تلوث الهواء

سلسلة

دائرة المعارف البيئية

تلوث الهواء

تأليف

الأستاذ الدكتور/ احمد عبد الوهاب عبد الجواد

أستاذ علم تلوث البيئه - جامعة الزقازيق

الدار العربية للنشر والتوزيع



حقوق النشر

سلسلة
دائرة المعارف البيئية
تلوث الهواء

الطبعة الأولى ١٩٩١
I.S.B.N. 977 - 258 - 019 - 5

٣٢ ش عباس العقاد مدينة نصر - القاهرة
ت : ٢٦٢٣٣٧٧ - ٢٦٢٥١٥٢

بسم الله الرحمن الرحيم

" ظهر الفساد فى البر والبحر بما كسبت أيدى الناس ليذيقهم بعض الذى عملوا لعلهم يرجعون "

صدق الله العظيم

قرآن كريم

الروم : آية ٤١.

تقديم

البيئة هى قضية اليوم ؛ إذ تؤثر على صحة الناس فى القرية وفى المدينة، فى الطريق وفى المصنع وفى الحقل . والبيئة هى قضية الغد ؛ إذ تؤثر على الموارد الطبيعية كالأرض وخصوبتها ، والمياه ونقائها وما فيها من ثروات سمكية . وليس الاهتمام بقضايا البيئة ترفا يقصد إلى صون جمال ماحولنا ونقائه ، ولكنه اهتمام يتصل ببقاء الإنسان وصحته ، وإنتاج موارده، ويتصل كذلك بمسئولياته تجاه الأجيال التالية من أولاده وأحفاده .

السبيل إلى الاهتمام بقضايا البيئة هو المعارف التى تعين على إدراك أبعاد هذه القضايا . ومن هنا يكون الترحيب كل الترحيب بهذه المجموعة النفيسة من الكتب العلمية ، التى تتناول قضايا البيئة بالشرح والتبيان العلمى الذى يجمع بين الوضوح والدقة . وهى مميزات نحمدها للمؤلف الأستاذ الدكتور/ أحمد عبد الوهاب عبد الجواد ، الذى عكف على دراسة قضايا البيئة دراسات حقلية فى أرض مصر ، ريفها وحضرها .

هذه المجموعة من الكتب العلمية التى تتناول قضايا البيئة من نواحيها المختلفة ، تسد فجوة فى المكتبة العلمية العربية ، إذ سيجد فيها القارئ مادة للثقافة البيئية ، وسيجد فيها طلاب العلم والباحثون زادا علميا يعينهم على التوسع والتعمق فى البحث والدراسة ، ولذلك نحمد للدار العربية للنشر والتوزيع نهوضها بواجب نشر هذه السلسلة التى يتألف منها - إن شاء الله - دائرة للمعارف البيئية .

تحيات للمؤلف ، والناشر ، ودعاء لهم بالتوفيق .

القاهرة يناير ١٩٩١

محمد عبد الفتاح القصاص

نبذة عن مؤلف هذه السلسلة

مؤلف هذه السلسلة من الكتب هو الأستاذ الدكتور/ أحمد عبد الوهاب عبد الجواد أستاذ علم تلوث البيئة بكلية الزراعة بمشتهر - جامعة الزقازيق فرع بنها - حاصل على درجة الدكتوراه فلسفة فى العلوم الزراعية عام ١٩٦٨ ، وحاصل على درجة الدكتوراه علوم D.Sc. فى تلوث البيئة عام ١٩٧٥ ، وفائز بجائزة الدولة التشجيعية فى التربية البيئية عام ١٩٨٦ ، وفائز بمنحة الكسندرفون هوم بولدت عام ١٩٧٤ ، ويعمل سكرتيراً عاماً للجمعية المصرية لعلوم السميات ، وسكرتيراً عاماً للجمعية القومية لحماية البيئة ، كما أنه عضو مجلس بحوث البيئة بأكاديمية البحث العلمى ، وعضو فى عديد من الجمعيات العلمية بمصر والخارج ، قدم للمشاهدين المصريين من خلال شاشة التليفزيون المصرى ٨٠ حلقة عن تلوث البيئة ، وكيفية حمايتها ، والآثار الجانبية الناجمة عن تلوث البيئة على الإنسان ، والحيوان ، والنبات. وقام بنشر أكثر من ١٢٠ بحثاً فى مجال تلوث البيئة وحمايتها .

إهداء

إلى مصر العزيزة

أهدي هذا الكتاب

أحمد عبد الوهاب

مقدمة الناشر

يتزايد الإهتمام باللغة العربية يوما بعد يوم ، ولا شك أنه فى الغد القريب ستستعيد اللغة العربية هيبتها التى طالما امتهنت وأذلت من أبنائها وغير أبنائها ، ولا ريب فى أن إذلال لغة أية أمة من الأمم هو إذلال ثقافى وفكرى للأمة نفسها ، الأمر الذى يتطلب تضافر جهود أبناء الأمة رجالا ونساء ، طلابا وطالبات ، علماء ومثقفين ، مفكرين وسياسيين فى سبيل جعل لغة العروبة تحتل مكانتها اللائقة ، التى اعترف المجتمع الدولى بها لغة عمل فى منظمة الأمم المتحدة ومؤسساتها فى أنحاء العالم ؛ لأنها لغة أمة ذات حضارة عريقة استوعبت - فيما مضى - علوم الأمم الأخرى ، وصهرتها فى بوتقتها اللغوية والفكرية ، فكانت لغة العلوم والآداب ، ولغة الفكر والمخاطبة .

إن الفضل فى التقدم العلمى الذى تنعم به دول أوربا اليوم يرجع فى واقعه إلى الصحوة العلمية فى الترجمة التى عاشتها فى القرون الوسطى . فقد كان المرجع الوحيد فى العلوم الطبية والعلمية والاجتماعية هو الكتاب المترجم عن العربية لابن سينا وابن الهيثم أو الفارابى وابن خلدون وغيرهم من العمالقة العرب . ولم ينكر الأوربيون ذلك ، بل يسجل تاريخهم ما ترجموه عن حضارة الفراعنة العرب والإغريق ، وهذا يشهد بأن اللغة العربية كانت مطواعة للعلم والتدريس والتأليف ، وأنها قادرة على التعبير عن متطلبات الحياة ومايستجد من علوم ، وأن غيرها ليس بأدق منها ، ولا أقدر على التعبير . ولكن ما أصاب الأمة من مصائب وجمود بدأ مع عصر الاستعمار التركى ، ثم البريطانى والفرنسى ، عاق اللغة من النمو والتطور، وأبعدها

عن العلم والحضارة ، ولكن عندما أحس العرب بأن حياتهم لابد من أن تتغير، وأن جمودهم لابد أن تدب فيه الحياة ، اندفع الرواد من اللغويين والأدباء والعلماء فى إنماء اللغة وتطويرها ، حتى أن مدرسة قصر العينى فى القاهرة ، والجامعة الأمريكيه فى بيروت درّستا الطب باللغة العربية أول إنشائهما .

ولو تصفحنا الكتب التى ألفت أو ترجمت يوم كان الطب يدرس فيها باللغة العربية لوجدناها كتب ممتازة لاتقل جودة عن أمثالها من كتب الغرب فى ذلك الحين ، سواء فى الطبع ، أم حسن التعبير ، أم براعة الإيضاح ، ولكن هذين المعهدين تنكرا للغة العربية فيما بعد ، وسادت لغة المستعمر ، وفرضت على أبناء الأمة فرضا ، إذ رأى الأجنبى أن فى خنق اللغة مجالا لعرقلة تقدم الأمة العربية . وبالرغم من المقاومة العنيفة التى قابلها ، إلا أنه كان بين المواطنين صنائع سبقوا الأجنبى فيما يتطلع إليه ، فتفننوا فى أساليب التملق له اكتسابا لمرضاته ، ورجال تأثروا بحملات المستعمر الظالمة ، يشككون فى قدرة اللغة العربية على استيعاب الحضارة الجديدة ، وغاب عنهم ما قاله الحاكم الفرنسى لجيشه الزاحف إلى الجزائر : (علموا لغتنا وانشروها حتى نحكم الجزائر ، فإذا حكمت لغتنا الجزائر ، فقد حكمناها حقيقة).

فهل لى أن أوجه النداء إلى جميع حكومات الدول العربية بأن تبادر - فى أسرع وقت ممكن - إلى اتخاذ التدابير ، والوسائل الكافية لاستعمال اللغة العربية لغة تدريس فى جميع مراحل التعليم العام ، والمهنى ، والجامعى ، مع العناية الكافية باللغات الأجنبية فى مختلف مراحل التعليم؛ لتكون وسيلة الاطلاع على تطور العلم والثقافة والانفتاح على العالم .

وكلنا ثقة من إيمان العلماء والأساتذة بالتعريب ، نظرا لأن استعمال اللغة القومية فى التدريس ييسر على الطالب سرعة الفهم دون عائق لغوى ، وبذلك تزداد حصيلته الدراسية ، ويرتفع بمستواه العلمى ، وذلك يعتبر تأصيلا للفكر العلمى فى البلاد ، وتمكيناً للغة القومية من الازدهار والقيام بدورها فى التعبير عن حاجات المجتمع ، وألفاظ ومصطلحات الحضارة والعلوم .

ولا يغيب عن حكومتنا العربية أن حركة التعريب تسير متباطئة ، أو تكاد تتوقف ، بل تُحارب أحيانا ممن يشغلون بعض الوظائف القيادية فى مسلك التعليم والجامعات ، ممن ترك الاستعمار فى نفوسهم عُقدا وأمراضا ، رغم أنهم يعلمون أن جامعات إسرائيل قد ترجمت العلوم إلى اللغة العبرية ، وعدد من يتخاطب بها فى العالم لا يزيد على خمسة عشر مليون يهوديا ، كما أنه من خلال زياراتى لبعض الدول ، واطلاعى وجدت كل أمة من الأمم تدرّس بلغتها القومية مختلف فروع العلوم والآداب والتقنية ، كاليابان ، وإسبانيا ، ودول أمريكا اللاتينية ، ولم تشكك أمة من هذه الأمم فى قدرة لغتها على تغطية العلوم الحديثة ، فهل أمة العرب أقل شأنا من غيرها ؟!

وأخيرا .. وتمشياً مع أهداف الدار العربية للنشر والتوزيع ، وتحقيقا لأغراضها فى تدعيم الإنتاج العلمى ، وتشجيع العلماء والباحثين على إعادة مناهج التفكير العلمى وطرائقه إلى رحاب لغتنا الشريفة ، تقوم الدار بنشر هذا الكتاب المتميز الذى يعتبر واحداً من ضمن ما نشرته – وستقوم بنشره – الدار من الكتب العربية التى قام بتأليفها نخبة ممتازة من أساتذة الجامعات المصرية والعربية المختلفة .

وبهذا .. ننفذ عهدا قطعناه على المضى قدما فيما أردناه فى خدمة لغة الوحى ، وفيما أراده الله تعالى لنا من جهاد فيها.

وقد صدق الله العظيم حينما قال فى كتابه الكريم (وقل اعملوا فسيرى الله عملكم ورسولة والمؤمنون ، وستردون إلى عالم الغيب والشهادة فينبئكم بما كنتم تعملون)

محمد دربالة

الدار العربية للنشر والتوزيع

المحتويات

الموضوع	رقم الصفحه
الفصل الأول : تلوث الهواء	٢١
الهواء النقى	٢١
الهواء الملوث	٢٣
تقسيم ملوثات الهواء	٢٥
التقسيم حسب حالة الملوث	٢٥
التقسيم حسب التركيب الكيماوى	٢٦
التلوث الطبيعى الناتج من النيازك والبراكين	٢٧
التلوث بالمواد العضويه المحللة طبيعيا	٢٧
التلوث الناتج عن المحيطات طبيعيا	٢٩
الملوثات الناتجة من نشاط الإنسان والأحياء	٣٠
تلوث الهواء طبيعيا بحبوب اللقاح وحراشيف الحشرات والجراثيم والفطريات	٣٠
التلويث	٣٢
الفصل الثانى : ملوثات الهواء التى يُسأل عنها الإنسان	٣٩
أهم ملوثات الجو فى هذا العصر	٣٩
الملوثات الناتجة من عوادم السيارات	٣٩
الملوثات الناتجة من المصانع المتحركه	٤٢
الملوثات الناتجة من الطائرات	٤٤
الملوثات الناتجة من محطات الأسفلت	٤٥

الملوثات الناتجة من مصانع الأسمنت.................. ٤٥
الملوثات الناتجة من عمليات الحريق.................. ٤٨
أ - حرق الفحم.................................. ٤٨
ب - حرق الغازات الطبيعية.......................... ٤٩
جـ - حرق الزيوت................................. ٥٠
الملوثات الناتجة من مصانع الخرسانة السابقة التجهيز....... ٥١
الملوثات الناتجة من مصانع الحديد ومصانع المعادن غير
الحديدية... ٥١
الملوثات الناتجة من مصانع الكيماويات................ ٥٣
الموثات الناتجة من مصانع الإنشاءات.................. ٥٤
الملوثات الناتجة من مصانع المواد الغذائية والمواد اللازمة
للمنازل.............. .... ٥٥
الملوثات الناتجة من مصانع تكرير البترول................ ٦١
الملوثات الناتجة من عملية حرق النفايات الصلبة............ ٦١
١ - حرق القمامة فى محارق القمامة ٦١
٢ - حرق القمامة فى المقالب العامة..................... ٦٢
الفصل الثالث : أهم ملوثات الهواء ٦٥
الجسيمات العالقة بالهواء............................ ٦٥
الغبار.. ٦٥
السناج... ٦٧
الأدخنة.. ٦٨
الضباب.. ٦٨
الرذاذ... ٦٨

الضباب الملوث بالسناج........................... ٦٨
المواد العضوية........................... ٦٨
الميكرويات والجراثيم........................... ٦٩
ثانيا : ثانى أكسيد الكبريت........................... ٦٩
ثالثا : أول أكسيد الكربون........................... ٧٠
رابعا : ثانى أكسيد النيتروجين........................... ٧١
خامسا : الأوزون........................... ٧٢
سادسا : الرصاص........................... ٧٣
الفصل الرابع : غازات الصوبة والمناخ ٧٥
التغيير فى طبقة الأوزون........................... ٧٩
الكارثة الصامتة........................... ٨٢
المصانع تستعمل السماء مقبرة للغازات والأدخنه والأتربة... ٨٢
مقبرة الأتربة والغازات والأدخنة تلوث مياه الأمطار........ ٨٣
الأمطار الحمضية وذقن أبو الهول........................... ٩٠
الأمطار الحمضية والألوان الموجودة على الآثار........... ٩٠
العوامل المؤثرة فى توزيع ملوثات الهواء........................... ٩١
١ - الرياح........................... ٩١
٢ - سرعة الرياح........................... ٩١
٣ - ضغط الهواء ودرجة الحراره........................... ٩٣
٤ - طوبغرافية الأرض........................... ٩٣
٥ - الترسيب........................... ٩٥
٦ - كيفية تمييز الملوثات........................... ٩٦

الفصل الخامس : تأثير الملوثات ٩٩
التأثير على المواد غير الحية.......................... ٩٩
النباتات إحدى وسائل اختبار مدى التلوث البيئى.......... ١٠٠
مظاهر الإصابة.................................١٠١
أهم مظاهر الضرر الناجمة عن بعض المركبات............. ١٠٢
تأثير ثانى أكسيد الكربون على المناخ العالمى............١٠٣
التأثير على المناخ المحلى..............................١٠٩
التأثير على الأحياء المختلفة.......................... ١٠٩
التأثير على تركيب المواد المختلفه فى البيئة............. ١١٠
ارتفاع منسوب مياه البحر............................ ١١٠
تكوين ثقب الأوزون............................... ١١١
تأثير ثقب طبقة الأوزون على الإنسان................ ١١١
تأثير ثقب طبقة الأوزون على الأحياء المائية............ ١١٢
الفصل السادس :النباتات وتلوث الهواء ١١٥
أثر الأحزمة الخضراء حول المدن........................١١٧
تلوث الهواء بالضوضاء............................... ١١٨
دور الشجرة فى امتصاص الضوضاء فى المدن............. ١١٨
تأثير تلوث الهواء على النباتات........................ ١١٩
تأثير التلوث على إنتاج المحاصيل.................... ١٢٠
تأثير تلوث الهواء على الحيوان.........................١٢٢
تلوث مياه الأمطار.................................. ١٢٢
التلوث غير المباشر للمحيطات والبحار................ ١٢٣
التلوث النووى والإشعاعى............................١٢٣

التأثير على طبقة الأوزون................................ ١٢٤
الفصل السابع : شبكات مراقبة التلوث الجوى ١٢٧
محطات الخط القاعدى للتلوث الجوى.............................. ١٢٨
محطات التلوث الجوى الإقليمية.............................. ١٢٩
محطات إقليمية فرعية.................................. ١٣٠
تلوث الهواء الداخلى.................................. ١٣٠
تلوث طبقة التروبوسفير.................................. ١٣٣
الفصل الثامن : تأثير ملوثات الهواء على الإنسان ١٣٥
تأثير الجهاز التنفسى فى تنظيف الهواء قبل دخوله الرئتين.. ١٣٧
تأثير الغبار على صحة الإنسان.............................. ١٣٩
النساء والتغير الرئوى.................................. ١٤١
أهم آثار ملوثات الهواء على الإنسان.............................. ١٤٦
١ - أول أكسيد الكربون.................................. ١٤٦
٢ - أكاسيد النيتروجين.................................. ١٤٧
٣ - أكاسيد الكبريت.................................. ١٤٧
٤ - الرصاص.................................. ١٤٨
٥ - السناج.................................. ١٤٩
٦ - الهيدروكربونات.................................. ١٥١
الآثار الحادة والسريعة على الإنسان.............................. ١٥١
الآثار المزمنة والمتأخرة.................................. ١٥٢
أهم الوسائل العملية للوقاية من أخطار التلوث الناجمة عن
المصانع المجاورة.................................. ١٥٤
التلوث الناتج من الأجهزة الحديثة.............................. ١٥٥

أهم وسائل الحماية لتجنب خطر عوادم السيارات........... ١٥٧
الفصل التاسع : اقتصاديات تلوث الهواء وحمايته ١٦٩
وسائل حماية الهواء من التلوث........................ ١٧٤
أساسيات وسائل مكافحة تلوث الهواء.................. ١٨١
الفصل العاشر : تشريعات حماية الهواء من التلوث........... ١٨٩

الفصل الأول

تلوث الهواء

منذ أكثر من ٣٠٠٠ سنة اقترح أحد علماء المصريين أن يتم بيع الهواء من أجل سد العجز فى أرصدة بيت المال . ولم يكن يعرف ماهو الهواء ، ولكنه كان يعرف تماما كيف أنه شديد الأهمية للحياة ؛ فهو لايمكن أن يعيش بدون هواء .

إن الإنسان يستعمل نصف لتر هواء فى كل شهيق ؛ وبذلك يستهلك يوميا عشرة آلاف لتر من الهواء . وهذا يوضح - سلفاً - مدى الأضرار التى يمكن أن تكون فى ١٠ آلاف لتر من الهواء يتنفسها الإنسان يوميا.

الهواء النقى

يمكن أن نسمى الهواء نقيا إذا احتوى على الأكسجين بنسبة ٢٠ر٩٤٪، والنتروجين بنسبة ٧٨ر٠٩٪ ، والأرجون بنسبة ٩٣ر ٪، وثانى أكسيد الكربون بنسبة قليلة جدا لاتزيد فى الهواء النقى على ٠٣ر٪ . وهذه الغازات الأربعة تكون فى مجموعها ٩٩ر٩٩٪ من حجم الهواء . وقد يحتوى الهواء علي بخار الماء بنسبة من ١-٤٪ . وعادة

لايتواجد ثانى أكسيد الكبريت بنسبة تزيد على ۰٫۰۰۰۱٪ ، أى حوالى جزء واحد فى المليون . ونادرا ماتتواجد غازات أكاسيد النتروجين وأول أكسيد الكربون . وعادة تتواجد المواد الصلبة مثل الغبار والدخان فى الهواء فى صورتين .

١ - حبيبات أقطارها من ۰٫۱ الى ۳۰ ميكروناً وهذه سرعان ماتترسب علي الأرض عند هدوء الهواء .

٢ - حبيبات صغيرة جدا ، أقطارها ما بين ۰٫۰۱ إلى ۰٫۱ ميكروناً ، وهى مواد ناتجة من البراكين النيازك ، والمواد العضوية المتحللة والإشعاع الطبيعى ، وقطرات من البحر .

ومن محتويات الهواء الهامة مايأتى :

بخار الماء

تبلغ كمية بخار الماء المبثوثه سنويا فى الهواء ٥٠٠ بليون طن (مليون مليون) وحيث تعادل عُشْر الموجودة على الأرض .

ثانى أكسيد الكربون

يُبثّ فى الهواء من ثانى أكسيد الكربون - سنوياً - مايعادل بليون طن (مليون مليون) فى السنة ٩٥٪ واردة من المصادر الطبيعية ، بينما ٥٪ فقط هى نتيجة للنشاط الإنسانى .

وعادة .. تقوم النباتات باستهلاك ثانى أكسيد الكربون في وجود ضوء

الشمس والبلاستيدات الخضراء لإنتاج المواد العضوية ، وتنتج أكسجيناً لازماً للحياه .

الأكسجين

تقدر كمية الأكسجين المنتجة من النبات سنويا بما يعادل ١٫٢٠٠ بليون طن ، ويبقى الأكسجين فى الهواء لمدة ٣٨٠٠ سنة دون أى تغيير فيه . هذا ويمكن للهواء عن طريق الرياح أن ينقل الملوثات من مناطق إخراجها إلى مناطق اخرى غير ملوثة .

الهواء الملوث

عرف خبراء منظمة الصحة العالمية تلوث الهواء بأنه الحالة التى يكون فيها الجو خارج أماكن العمل محتويا على مواد بتركيزات تعتبر ضارة بالإنسان أو بمكونات بيئته . وعندما نتكلم عن تلوث الهواء .. فإننا نتكلم فى الحقيقة عن تلوث الطبقة السطحية من الغلاف الغازى المحيط بالكرة الأرضية ، والتى تمتد فوق سطح الأرض إلى مسافة تتراوح من ٨ إلى ١٥ كيلومتراً "تسمى تروبوسفير" .

وهذه الطبقة هى الطبقة الهامة بالنسبة لمعيشة الأحياء ، سواء النباتات، أم الحيوانات ، أم الإنسان . وهذه الطبقة تحتوى على مكونات الهواء ، وهى : الأكسجين ، والنتروجين ، والأرجون ، وثانى أكسيد الكربون ، وبخار الماء ، وبعض المواد الأخرى بنسب تختلف على مدى نقاء الهواء . وعادة تقل درجة حرارة الطبقة هذه بمعدل درجة حرارة واحده كلما ارتفعنا

١٥٠ متراً والمفروض أن هذه الطبقة من الغلاف الجوى تحوى هواء نقيا ، إلا أنه نتيجة للنشاط الانسانى المكثف بعض المكونات فى هذه الطبقة من الهواء ، واختلف هذا التلوث من مكان إلى آخر ، وبرغم ذلك تنتقل الملوثات من مكان إلى آخر ، ومن أسفل إلى أعلى ، وفى جميع الاتجاهات بفعل حركة الهواء لتلوث الهواء ، فى مناطق أخرى .

وتلوث الهواء غالبا ما يرجع إلى عدد من المواد ناتجة من عدة مصادر وليس مادة واحدة وعادة مايكون التلوث ناتجاً من مخلفات عادم السيارات، أو ناتجاً من مخلفات المصانع أو من النفايات الصلبة والسائله للإنسان والحيوان والنبات . وتركيز الملوثات فى الهواء لايعتمد فقط على كميات هذه الملوثات بل يعتمد ايضا على مدى قابلية الجو لادمصاص وتوزيع كميات الملوثات بعيدا عن مصادر إنتاجها .

ولم يكن تلوث الهواء يثير اهتمام العلماء حتى المدة من ١٩٥٠ وعام ١٩٦٠ ؛ حيث بدأت تظهر مشاكل تلوث الهواء الناتجة فى الأماكن الصناعية ، وانتقلت المشكلة من مشكلة محلية إلى مشكلة عالمية . ولقد قدر العلماء مقدار كميات أكاسيد الكبريت الملوثة للهواء الناتجة عن النشاط الإنسانى بحوالى ١١٠ مليون طن ، ومقدار الأجزاء الصلبة فى الهواء بحوالى ٥٩ مليون طن ، وكميات أكاسيد الكبريت بحوالى ٦٩ مليون طن ، وأول أكسيد الكربون بحوالى ١٩٤ مليون طن ، والهيدروكربونات بحوالى ٥٣ مليون طن .

تقسيم ملوثات الهواء

يقصد بتلوث الهواء احتواء الهواء الداخلى In door أو الخارجى Out door على ملوث أو عدة ملوثات بكميات مؤثرة ، ولفترة زمنية قد يكون لها تأثير على صحة الإنسان أو النبات أو الحيوان أو المحيط الحيوى الذى يعيش فيه الإنسان .

وعادة تقسم ملوثات الهواء بعدة طرق :

١ - ملوثات أولية

وهى الملوثات التى يتم بثها من مصدر ، وتبقى هذه الملوثات كما هى فى الجو والبيئة دون أدنى تغيير .

٢ - ملوثات ثانوية

وهى الملوثات التى يتم تحويلها فى الجو إلى مركبات أخرى خلال بعض التفاعلات ، وقد تكون هذه التفاعلات مع مواد موجودة طبيعيا فى الجو، ويمكن أن تكون ملوثات أخرى ، ومثل لهذا التفاعل الضوء كيماوى تكون الأوزون ، أو تفاعل لاضوء كيماوى مثل التحلل المائى والأكسدة .

التقسيم حسب حالة الملوث

وهنا تقسم الملوثات إلى :

١ - ملوثات غازية ، وهى تلوث الهواء الجوى ، ويوجد مثيل لها

فى الهواء الجوى .

٢ - حبيبات عالقة ملوثة ، وهى إما سوائل وأما مواد صلبة . والمعروف أن الحبيبات ذات الأقطار الكبيرة ترسب على مسافة بسيطة وبسرعة . وتؤدى ضررها بجوار مصدر بثها . وهناك الحبيبات المتوسطة الحجم ، والتى يمكن أن تسافر إلى مسافات أكبر ، ولكن ترسب فى أماكن بعيدة نوعا من مناطق بثها .

أما النوع الثالث فهو ذو الحبيبات الدقيقة ، والتى عادة ، تبقى معلقة فى الجو ، وتنقل بالرياح إلى مسافات بعيدة جداً .

ومن أمثلة السوائل : الضباب ، والأيروسولات ، ومن أمثلة المواد الصلبة : الأدخنة والغيوم .

التقسيم على حسب التركيب الكيماوى

١ - ملوثات عضوية ، وهى التى تحتوى - عادة - على كربون وهيدروجين . وقد تحتوى بعض العناصر ، وفى هذه الحالة لايعتبر أول أكسيد الكربون . أو ثانى أكسيد الكربون من الملوثات العضوية ؛ لعدم أحتوائهما على هيدروجين . ومن أمثلة هذه المركبات الفورمالدهيد الأثيلين - البيوتان - الميثان- الأسيتون - الكحولات - المبيدات .

٢ - ملوثات غير عضوية ، وتشمل المركبات التى تحتوى على كربون فى أبسط صورها ؛ مثل أول أكسيد الكربون ، وثانى أكسيد الكربون، وبعض المركبات التى لاتحتوى على كربون ؛ مثل ثانى أكسيد الكبريت، وثانى

أكسيد النتروجين ، والأمونيا ، والكلوريد ، والفلوريد .

التلوث الطبيعى الناتج من النيازك والبراكين

تتسبب ثورة البراكين والنيازك شكل رقم (١) فى تلويث الهواء طبيعا بكمية من الغبار والغازات التى تحتوى على كمية من المواد الكيماوية والجسيمات الصغيرة العالقة الناتجة من النيازك والبراكين ، والتى يمكنها أن تسافر آلاف الأميال في جميع أنحاء العالم . وهى تحتوى على كميات من المواد الضارة ؛ مثل : ثانى أكسيد الكربون ، والأمونيا ، والفلوريدات، كما تحوى على النيكل والحديد والمنجنيز والسليكون والكالسيوم والصوديوم والنحاس وغيرها من العناصر ، بالإضافة إلى الإشعاع الطبيعى.

التلوث بالمواد العضوية المحللة طبيعياً

وهذا التلوث ناتج من المواد العضوية النباتية والحيوانية المتحللة طبيعياً فى البيئة ، خاصة الناتجة من أجسام الحشرات والتى تتواجد بقاياها طبيعياً فى الهواء ، وتحت الظروف الطبيعية هوائياً ، حيث تتواجد نواتج البروتين غير التامة التحليل ، ونواتج تحلل هذه المواد ؛ مثل ثانى أكسيد الكربون ، والكبريتيدات ، وغاز الميثان ، والمواد النيتروجينية .

هذا بالإضافة إلى الغازات العضوية ؛ مثل : الكيتونات، والهيدروكربونات ، والألدهيدات . وهذه المواد تنتج من تحلل المواد العضوية، ومن عملية التمثيل الغذائى فى النباتات .



شكل (١) : كارثة طبيعية ، بركان ثائر يخرج كميات هائلة من الغازات والأكاسيد .

التلوث الناتج عن المحيطات طبيعياً

يتلوث الهواء فوق المحيطات عادة بالملح ؛ حيث يحتوى المتر المكعب من الهواء فوق المحيطات على ٤ ميكروجرامات - ٢٢ ميكروجراماً ملحاً ويعتمد هذا التركيز على حركة الرياح فوق المحيط . ويبلغ ماتحققه المحيطات من الملح فى الجو حوالى بليون طن فى السنة .

ويتواجد كلوريد الهيدروجين الناتج من الملح فى الهواء بكمية تعادل ٢٠٠ مليون طن سنويا ، وهذا ناتج من التفاعل بين الملح وثانى أكسيد الكربون ، وبعض أكاسيد الكبريت . ويعتبر سطح المحيطات أحد الملوثات الرئيسية لليود ؛ حيث يتراوح تركيزه فى الهواء فوق المحيط من ٠٫٥٪ - ٨ر ميكروجراماً / متر مكعب من الهواء ، كما يخرج من المحيط كلوريد المغنسيوم ، وكلوريد الكالسيوم ، والبروميدات ، وأكاسيد النيتروجين . أما أول أكسيد الكربون .. فيتم انتاجه بواسطة الكائنات الحية الموجودة فى المياه . ويتراوح أول أكسيد الكربون من ٢٥.ر - ٤٤ر جزءاً فى المليون ، كما يتواجد أيضا غاز الميثان .

ويلاحظ أن الملوثات الناتجة طبيعياً دون تدخل الإنسان - سواء من تحلل المواد العضوية النباتية والحيوانية ، أم عن طريق الحرائق ، أم العواصف الترابية والرملية ، أم عن طريق المحيطات ، أم عن طريق النيازك والبراكين - تلعب دوراً هاماً فى تلوث الهواء ، وأن هذه الكميات من الملوثات الطبيعية فى الحقيقة تفوق مثيلاتها من صنع الإنسان فى كثرتها ، إلا أنها تتوزع عادة توزيعاً منتظماً على الكرة الأرضية ؛ وبالتالى تكون متوسطاتها كملوثات صغيرة جداً ، إذا قورنت بالملوثات الناتجة من نشاط الإنسان فى

مكان ما ؛ مثل الملوثات التى تخرج من مصانع الأسمنت ، والملوثات التى تخرج من مصانع الحديد والصلب .

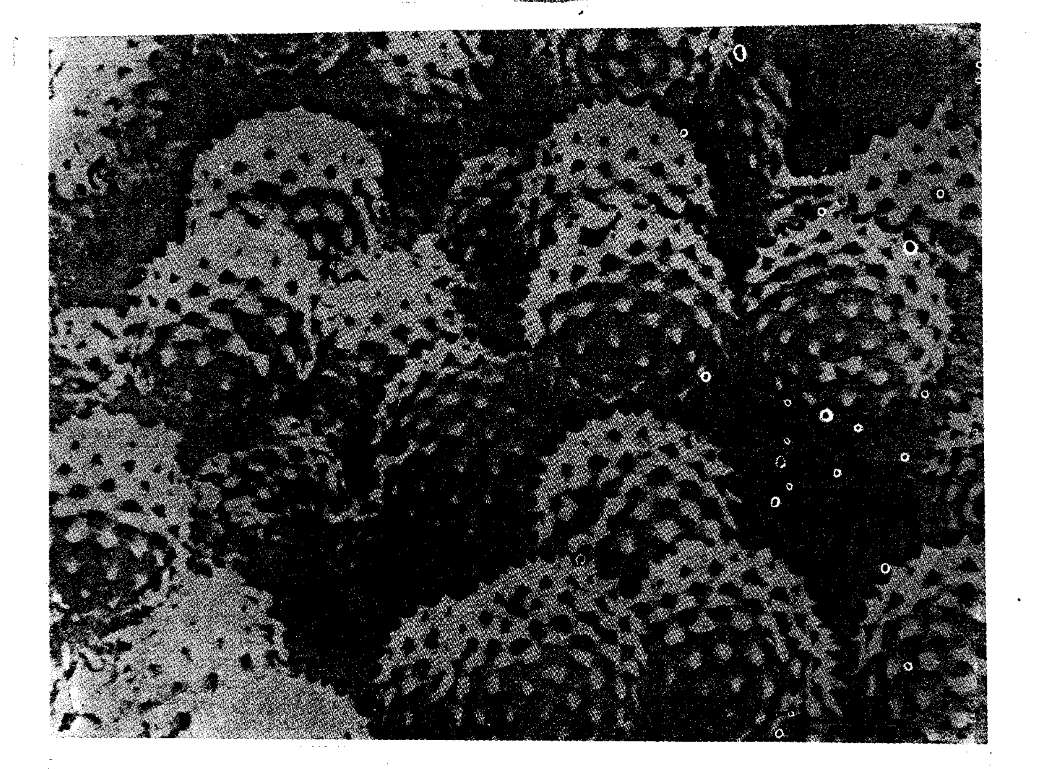
الملوثات الناتجة عن نشاط الإنسان والأحياء

الملوثات عادة تتواجد فى صورتين رئيسيتين ؛ إما فى صورة غاز ، أم فى صورة حبيبات دقيقة ، وتكون الغازات حوالى ۹۰ ٪ من كل الملوثات التى تتواجد فى الهواء .

والغيوم mists عبارة عن مواد صلبة أو سائلة فى صورة حبيبات دقيقة مبعثرة فى الجو ، ويختلف حجم حبيباتها وشكلها وكثافتها ومحتواها الكيماوى على حسب مصدرها .

تلوث الهواء طبيعياً بحبوب اللقاح وحراشيف الحشرات والجراثيم والفطريات

قد يتلوث الهواء تحت ظروف خاصة بحبوب اللقاح ، شكل رقم (۲) خاصة إذا كان الجو صافياً ، وحركة الرياح سريعة نوعاً ، والجو جافاً ، والأرض مزروعة بأحد المحاصيل وبمساحات كبيرة ؛ فقد يؤدى تلوث الهواء بحبوب اللقاح إلى إصابة بعض الأشخاص بحساسية خاصة فى الجهاز التنفسى ، تنتج عند دخول حبوب اللقاح داخل القصبات الهوائية فى الرئة. ويختلف مدى حساسية الأفراد لهذه الحبوب ونوعها . وتبدو هذه الظاهرة واضحة عند المرور على حقول الذرة الشامية ؛ حيث تتناثر هذه الحبوب بتركيزات كبيرة .



شكل (٢) : حبوب اللقاح لبعض النباتات مكبرة تحت الميكروسكوب الإلكترونى.

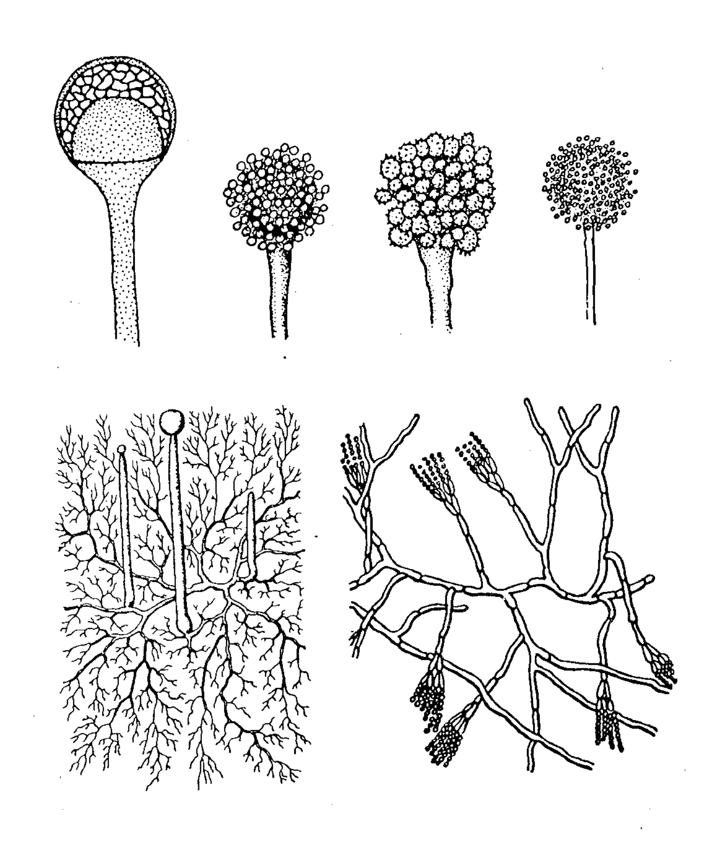
كما أن هناك بعض المواطنين الحساسين لحراشيف الحشرات ، أو للحشرات الصغيرة جدا مثل "الهاموش" ، "والصعو" ، الذى يوجد بكميات كبيرة خاصة على السواحل وقرب الغروب . وقد تدخل هذه الحشرات العيون وتسبب التهابها . كما أن جراثيم الفطريات شكل رقم (٣) الناتجة من الزراعات المصابة بشده بالفطريات قد تلعب دور حبوب اللقاح فى أثرها، ولكنها قد تكون أشد ؛ نظرا لإفرازها مواد سامة قد تضر بالخلايا الحيوانية.

التلويث

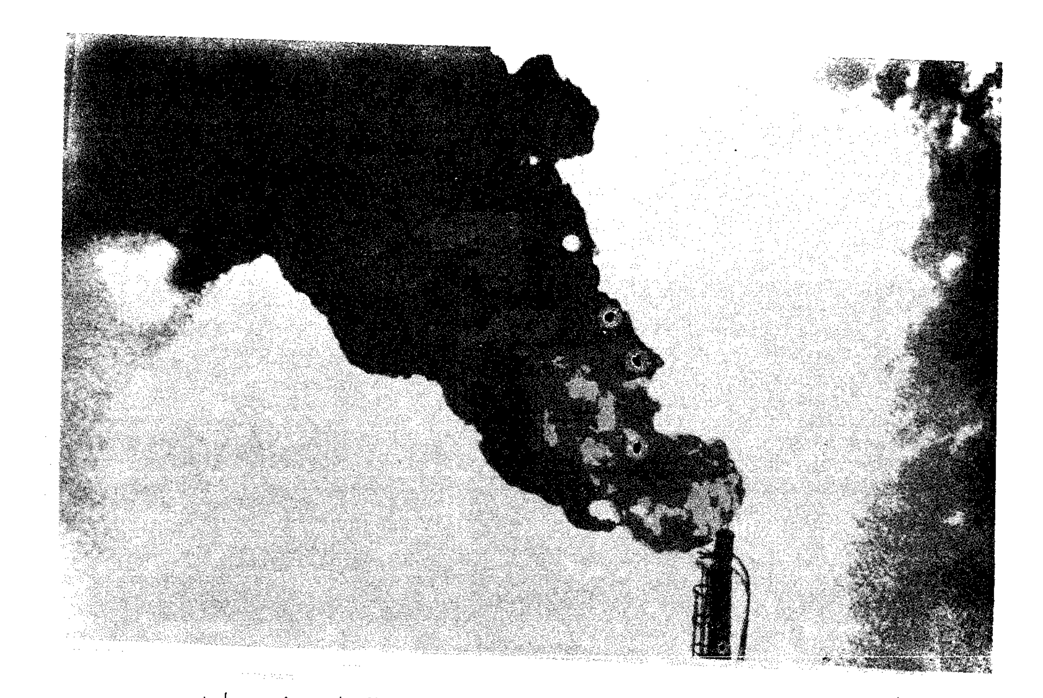
هذا وقد تنشأ ملوثات ثانوية نتيجة تفاعل بعض الملوثات الأولية مع الجو ؛ مثل الأوزون ، وبعض المركبات الضوءكيميائية . فعلى سبيل المثال يمكن أن تتفاعل قطرات الماء مع كبريتيد الأيدروجين لتكوين الأحماض التى تتساقط - فى صورة أمطار حمضية - على كثير من الدول الأوربية .

أما الدخان Smoke فهو خليط من مجموعة من الغازات الناتجة عن الحرق أو البخر ؛ فإذا كان لونه أسود أو رمادياً شكل رقم (٤) فيعنى ذلك أنه يحتوى على كربون غير محروق حرقاً كافياً . وإذا كان لونه بنياً محمراً فإن ذلك يعنى أنه يحتوى على أكاسيد الحديد ، التى تخرج عادة من مصانع الحديد والصلب ومصانع الفحم . وقد يحوى الدخان السليكا والفلوريد ، والألمونيوم ، والرصاص ، وبعض المركبات العضوية من الهيدروكربونات والأحماض والقواعد والفينولات .

أما الهباب Soot فهو ناتج عادة من نواتج الحريق ، وهو يحتوى على



شكل (٣) : أنواع مختلفة من البكتريا والفطر والجراثيم المنتشرة في الهواء .



شكل (٤) : محطات تكرير البترول مصدر دائم لتلوث الهواء حيث يتصاعد كميات من الدخان الأسود .

نسبة عالية من الكربون غير المحترق احتراقاً تاماً .

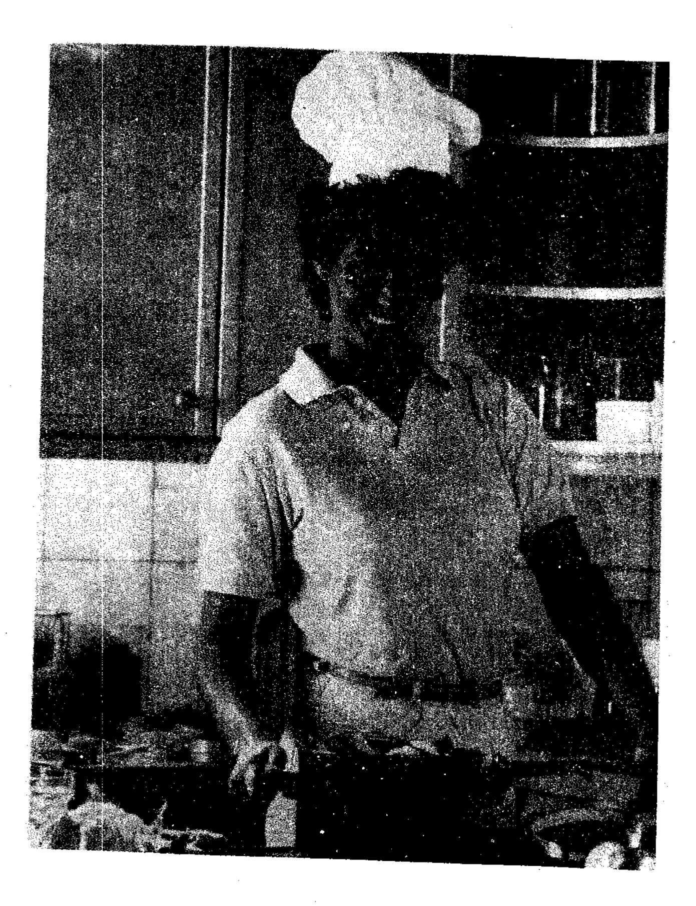
وعادة يحتوى الدخان الكثيف على نسبة عالية من بخار الماء والضباب Fog ، وهو يحتوى على قطرات كثيرة من الماء التى تتحول فى السماء إلى غيوم Clouds .

أما الشبورة Hase فهى تتكون من غبار أو جزيئات ملحية فى منتهى الصغر فى المجال الغروى ، لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة.

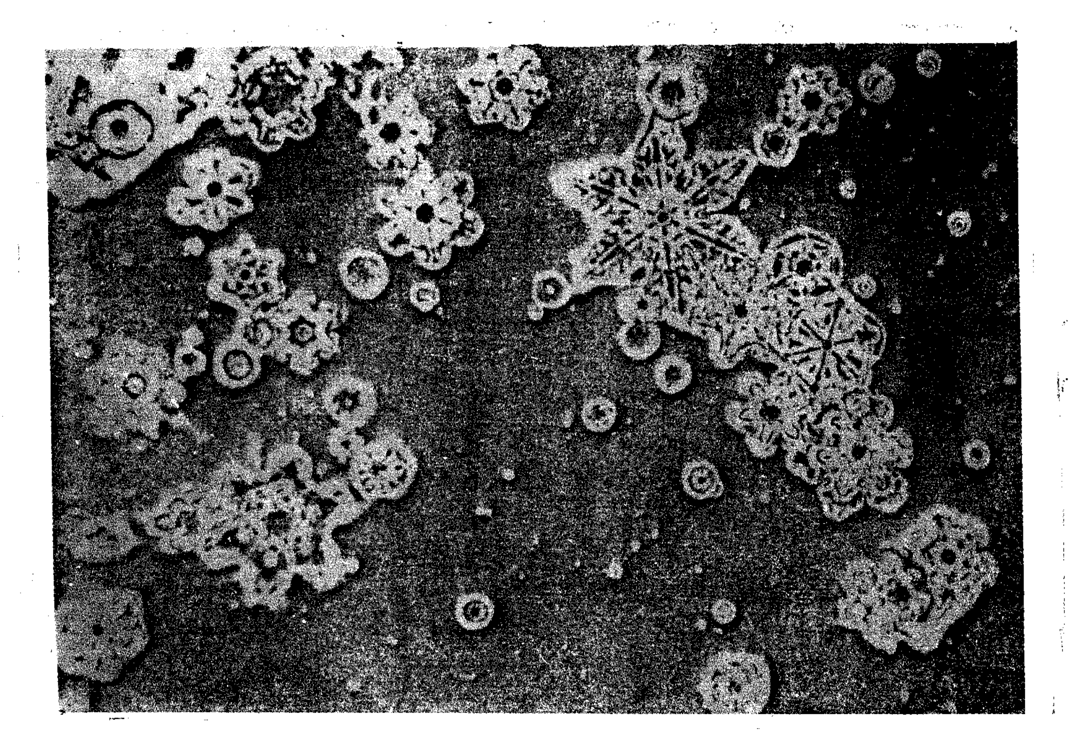
أما الأبخرة Frewes فهى نواتج من تصنيع المعادن والزيوت . أما الغبار Drest فهو عبارة عن حبيبات أكبر من الجزىء . ويتراوح قطرها من ٠٠٢ر - ٥٠٠ ميكرون (١ ميكرون = ١/١٠٠٠ من المليمتر) . وهى إما مواد طبيعية ، وإما مواد صناعية المصدر ؛ وعلى ذلك فعند تنفس الإنسان أثناء حياته العادية سوف يتنفس من المواد السامة الملوثة للهواء .

ففى داخل المنزل يكون الإنسان معرضاً لتنفس هواء يحتوى على مخلفات الطبخ فى المطابخ ؛ شكل رقم (٥) من أدخنة ناتجة من البوتاجاز، أو أبخرة ناتجة من الغذاء ، أو من المواد المستعملة فى التنظيف ، أو من المواد الكيماوية التى تستعمل فى المنزل مثل المبيدات وأدوات التجميل وبقايا الملابس ، وفى الأماكن التى يتم تدفئتها أو تبريدها بأجهزة التبريد أو التسخين ، والتى تنتج أنواعاً خاصة من الملوثات .

أما فى خارج المنزل فالإنسان معرض ليتنفس هواء يحتوى على حراشيف وبقايا حشرات طائرة ، وروائح كريهة من مخلفات الإنسان والحيوان ، وأتربة من الحقول والشوارع ، وغازات مصانع ، وغازات من عوادم السيارات ،



شكل (٥) : كميات من الدخان والأبخرة تتعرض لها السيدة بالمطبخ .



شكل (٦) : الحبيبات العالقة مكبرة تحت الميكرسكوب .

وحبوب لقاح النباتات ، وجراثيم ميكروبات ، وكائنات حية دقيقة مثل الفطريات والبكتيريا وجراثيمهم ، والفيروسات ، وبقايا عضوية متحللة من النباتات والحيوانات وغيرها شكل رقم (٦) .

الفصل الثانى

ملوثات الهواء التى يُسأل عنها الإنسان

لقد بدأ الإنسان فى تلويث البيئة منذ العصر الحجرى عندما عرف النار، وأخذ يشعل كميات كبيرة من المواد الخشبية ثم المواد العضوية ؛ من أجل إنتاج الطاقة . وعندما زاد تحضر الإنسان بدأ يستخدم كميات كبيرة من مواد الحريق ؛ بقصد تدفئة وتشغيل المصانع .

وفى عام ١٨٨٥ بدأ يستخدم الفحم بدلاً من المواد الخشبية بعد استخراجه من الأرض . وفى عام ١٩٢٥أستُخدم البترول ، وبدأ استخدام الفحم يقل عاماً بعد عام ، وأصبحت الطاقة بالبترول تمثل حوالى ٨٠ ٪ من مصادر الطاقة .

أهم ملوثات الجو فى هذا العصر

١ - الملوثات الناتجة من عوادم السيارات

تعتبر السيارات فى العالم هى المسؤولة عن حقن الجو بحوالى ٦٠ ٪ من ملوثات الهواء . وتجوب شوارع العالم عدة بلايين من السيارات تستخدم

كميات هائلة من الوقود . إن أسطول السيارات العالمى كان ٤٨ مليون سيارة عام ١٩٥٠ ، وأصبح ٣٣١ مليون سيارة عام ١٩٨٢ .

وإذا أخذنا مدينة القاهرة كمثال للمدن المزدحمة نجد أن الأعداد المسجلة من السيارات عام ١٩٦٩ هو ٨٥٨٠٠ سيارة ، ارتفع عددها ليصل عام ١٩٧٤ إلى ١٣٣٥٠٠ سيارة ، وتصل الآن إلى أكثر من ٦٥٠ر٠٠٠ سيارة، تستهلك حوالى ١ر٢٥ مليون طن بنزيناً ، وتنتج حوالى ١٠٠ ألف طن نواتج احتراق . أما عن أضرار نواتج الاحتراق على الإنسان فإن غاز أول أكسيد الكربون يزداد تركيزه فى الدم ؛ فيعطل نقل الأكسجين للأنسجة؛ حيث يسبب حالات دوار واغماء ؛ وبالتالى يقل نشاط الإنسان وإنتاجه ، بجانب الأضرار الصحية التى قد تصل إلى حد تسمم الدم . هذا بالإضافة إلى خروج الرصاص ، وهو يعتبر ساماً للنباتات والكائنات الحية ؛ حيث يؤدى إلى تعطيل الإنزيمات ؛ وبالتالى فقر الدم ، ويؤثر بشدة على الأطفال؛ مسبباً حالات التخلف الدراسى ؛ لتأثيرة على المخ .

كما يحتوى عادم السيارات شكل رقم (٧) على أكاسيد نيتروجينية ، تسبب أمراضاً صدرية . أما الهيدروكربونات .. فتكون مايسمى بالضباب الكيموضوئى ، كما أن الدخان وبعض الهيدروكربونات يسبب مرض السرطان للإنسان ، أما ثالث أكسيد الكبريت وغيره من مركبات الكبريت .. فهى التى تكون الأمطار الحمضية التى أصبحت مشكلة فى الدول الأوروبية .

إن بعض الأكاسيد النتروجينية الموجودة فى عادم السيارات تنتج الضباب الكيموضوئى ، الذى يتفاعل مع الهيدروكربونات فى وجود ضوء الشمس؛

شكل (٧) : إحدى الأتوبيسات تبث كميات هائلة من عادم السيارات .

ليكون مواد شديدة الخطورة مثل الأوزون . كما أن العادم يخرج كميات من جزيئات الكربون والزيوت والمواد غير المتطايرة .

ويوضح الجدول رقم (١) ماتخرجه كل من السيارات وماكينات الديزل من المواد الضارة .

جدول رقم (١) : الفرق بين ماتخرجه السيارات وماكينات الديزل من ملوثات

المركبات الناتجة	السيارات	ماكينات الديزل
	رطل لكل ١٠٠٠ جالون وقود	
الدهيدات	٤	١٠
بنزوبيرين	٣ر	٤ر
أول أكسيد الكربون	٢٩١٠	٦٠
هيدروكربونات	٥٢٤	١٨٩
أكاسيد نتروجينية	١١٣	٢٢٢
أكاسيد كبريت	٩	٤٠
أحماض عضوية	٤	٣١
جزيئات صلبة	١١	١١٠

٢ - الملوثات الناتجة من المصانع المتحركة

حيث إن كثيراً من المصانع تستعمل السولار كمصدر لإنتاج الطاقة ،

وحيث إن السيارات الكبيرة تستعمل كميات كبيرة من هذا السولار ، وتسير فى شوارع المدن تبث فيها كميات هائلة من المواد الضارة - سواء أول أكسيد الكربون ، أم الألدهيدات ، أم الهيدروكربونات ، أم الأكاسيد النيتروجينية ، أم أكاسيد الكبريت ، أم الأحماض العضوية - لذلك يطلق كثير من العلماء على مثل هذه السيارات العملاقة اسم "المصانع المتحركة"؛ حيث يجب أن تمنع هذه السيارات من مجرد التواجد حتى حول المدن ؛ لما تحمله من أضرار بالغة بالنسبة لتلوث الهواء .

ونظرا للانفجار السكانى وشدة الحاجة إلى الطاقة الكهربائية والحرارية- خصوصا فى دول العالم الثالث - بدأت كثير من هذه الدول فى إنشاء محطات توليد الطاقة ؛ وفضلت أن تستخدم فيها الوقود البترولى ، خاصة المازوت أو الغاز الطبيعى ؛ باعتبارها أحد نواتج البترول يسهل الحصول عليها بأسعار معقولة . ونتيجة لعمليات حرق المازوت .. ينتج كميات هائلة من المواد الملوثة للجو الشديدة الضرر للإنسان ، بالإضافة إلى ثانى أكسيد الكربون وأول أكسيد الكربون . وتخرج كميات هائلة من ثانى أكسيد الكبريت ، وثالث أكسيد الكبريت ، وأكاسيد نتروجينية . وكل من الغازات الأخيرة يعتبر شديدة الضرر للإنسان والحيوان . وتعتبر هذه الغازات أيضا ضارة للنبات ، إذا زاد تركيزها على حدود معينة .

لقد أوضحت الدراسات - التى أجريت على ٣٥٫٠٠٠ سيارة تمر داخل نفق - أن متوسط ما تخرجه السيارة الواحدة فى هذا النفق ٣٥٨ مليجراماً / ميل مواد ضارة ، منها ١٥٨ مليجراماً مواد عضوية ، و٣١ ملليميجراماً من الرصاص . وفى اليابان أجريت التجربة نفسها على ١٩ نفقاً ، يتراوح طول النفق من ٤٦٥ إلى ٢٩٥٣ متراً ، واتضح أن أعلى

تركيز من أول أكسيد الكربون كان ٢١٥ جزيئاً فى المليون .

هذا .. وبجانب ماتخرجه السيارات من عادم السيارات .. فإن السيارات تكون سببا فى ملوثات أخرى بطريقة غير مباشرة ، أهمها أتربة الطرق والسيلكا الناتجة من الرمال وحبيبات الأسفلت ، وكذا نواتج احتكاك العجلات الكوتش بالشارع ، بالإضافة إلى الفطريات وحبوب اللقاح والأملاح والرصاص والكاديوم الناتج من نواتج احتكاك الكاوتش بالشوارع أثناء سير السيارات .

٣ - الملوثات الناتجة من الطائرات

نظرا للزيادة الكبيرة في عدد الطائرات التى تجوب المجال الجوى ، والتى تلوث على الأخص طبيعة التروبوسفير والطبقة السفلى من الاستراتوسفير .. فلقد دعا ذلك العلماء إلى محاولة تقدير كميات الملوثات التى تخرجها هذه الطائرات ؛ فعلى سبيل المثال .. يبلغ ماتبثه طائرات الجت فى الجو - والتى تطير تحت ٣٥٠٠ قدم - من الألدهيدات، وأول أكسيد الكربون ، والهيدروكربونات وأكاسيد النيتروجين والحبيبات الصلبة ٥، ٥٦، ١٥، ٣٧، ٥٤ رطلاً لكل ١٠٠٠ جالون من الوقود على التوالى .

بينما كان ماتبثه طائرات التربو هو ٥ ، ٤٠ ، ٥ ، ٢٣ ، ١٢ رطلاً لكل ١٠٠٠ جالون من الوقود على التوالى .

وماتبثه الطائرات التى تعمل بموتورات ببساتم ٥ ، ٢٫٤٥٠ ، ٤٩١، ١٤٧ ، ١٢ رطلاً لكل ١٠٠٠ جالون من المركبات السابقة على التوالى .

ويلاحظ أن الطائرات الأخيرة هى أشد الطائرات فى بث ملوثات فى الجو.

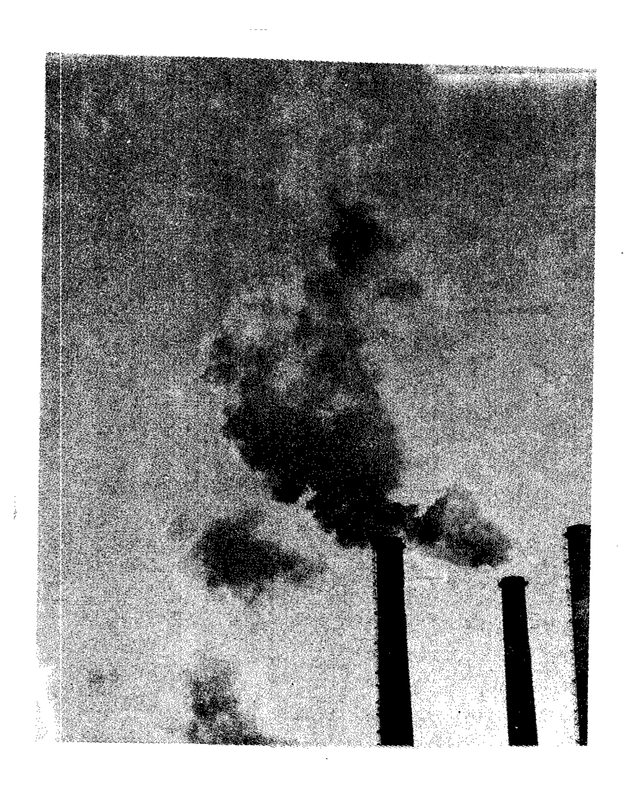
٤ - الملوثات الناتجة من محطات الأسفلت

عادة .. تضم محطات إنتاج الأسفلت - التي تستخدم فى الرصف - عدة وحدات من الكسارات والهزازات والرمال شكل رقم (٨) ، هذا بالاضافة إلى القار ومحتوياته . وعادة تخرج أكبر كمية من الموثات من هذه المحطات من الكسارات والهزازات أو عند تجفيف الأسفلت .

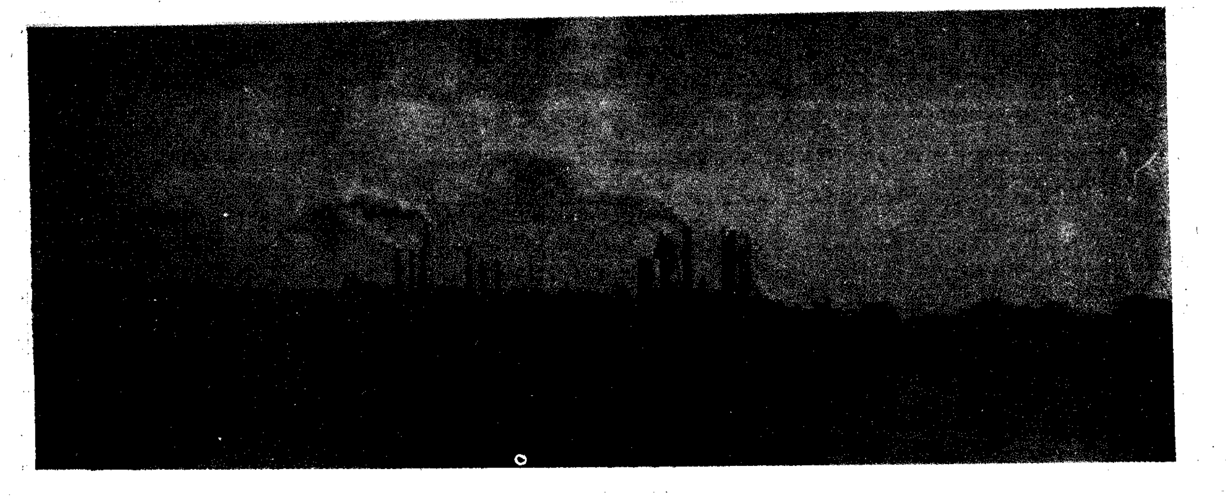
وعموما .. تبلغ كميات الأتربة والغازات الناتجة مقابل طن من الأسفلت خمسة أرطال ، ومعظم هذه الملوثات تهبط في أماكن قريبة من أماكن بثها .

٥ - الملوثات الناتجة من مصانع الأسمنت

تتكون المواد الأولية فى مصانع الأسمنت من الحجر الجيرى ، والجبس الرملى ، والطفلة ، وخبث الحديد . ويتم تصنيع الأسمنت بطريقتين : الطريقة الجافة والطريقة الرطبة . ويتبع فى مصر غالبا تصنيع الأسمنت بالطريقة الجافة شكل رقم (٩) ، برغم ان الطريقة الرطبة لا تخرج كميات كبيرة من الملوثات . وعادة .. يتم طحن المواد جيدا وخلطها ، ثم تعريضها فى الأفران لدرجات حرارة تصل إلى ١٤٠٠°م ، ويتم ذلك باستعمال السولار ، أو وقود غازى . وعادة .. تخرج عديد من الغازات الضارة بالصحة العامة، سواء ثانى أكسيد كربون ، أم أول أكسيد كربون ، وثانى أكسيد كبريت ، وثانى أكسيد النيتروجين ، وبعض الألدهيدات والهيدروكربونات . وعادة .. تخرج كميات من الأتربة القلوية أو الأتربة الأسمنتية ، أو الأتربة الناتجة من



شكل (٨) : إحدى محطات إنتاج الأسفلت وترى الكميات الهائلة من الأتربة التى تخرج من الكسارات والهزازات .



شكل (٩) : مصانع الأسمنت وكميات هائلة من الملوثات تغطى سماء المنطقة .

المواد الأولية. وعادة يتم ترسيبها عن طريق فلاتر الكتروستاتيكية ؛ لمنع خروجها مع الهواء .

٦ - الملوثات الناتجة من عمليات الحريق

أ - حريق الفحم

ينتج من احتراق الفحم عدة أنواع من الغازات ؛ أهمها أول أكسيدالكربون ، وأكاسيد النتروجين ، وأكاسيد الكبريت ، والألدهيدات ، والهيدروكربونات . وتختلف نسبة كل من هذه المركبات حسب تركيب الفحم، وطريقة الاحتراق ، وحجم الوحدة التى يتم فيها الحريق .

ويوضح الجدول رقم (٢) المواد الناتجه من الفحم عند حرقه بطرق مختلفة

جدول (٢) : كميات المواد الملوثة الناتجة من حرق الفحم بطرق مختلفة
(رطل / طن من الفحم)

المادة الملوثة	محطات إنتاج الحركة	المصانع	المنازل
ألدهيدات	٠٠٥ر	٠٠٥ر	٠٠٥ر
أول أكسيد الكربون	٥ر	٣	٥٠
هيدروكربونات	٢ر	٣	١٠
أكاسيد نتروجينية	٢٠	٢٠	٨
أكاسيد كبريت	٣٨	٣٨	٣٨
كميات المواد الصلبة	٢٥	٢٥	٢٥

كما يبث حرق الفحم كميات من المواد الصلبة المتطايرة التى تعتمد كميتها على كمية الرماد فى الفحم المحروق ، كما هو مبين فى الجدول ، كما أن حرق الفحم يخرج منه مادة البنزوبرين ، وهى من المواد المسببة للسرطان ، وتتراوح هذه الكمية من ٦٠٠ إلى ٠٠٠ر١٠٠ميكروجرام / طن طبقا لكيفية الحريق .

ب - حرق الغازات الطبيعية

يوضح الجدول رقم (٣) الناتج من حرق الغازات الطبيعية فى ثلاث وسائل، وهى : محارق لتوليد الحركة ، والغلايات للمصانع ، والمنازل .

جدول (٣) :كمية الملوثات الخارجة من حرق الغاز الطبيعى بمعدل رطل/مليون قدم مكعب .

المادة الملوثة	محطات توليد الحركة	غلايات المصانع	المنازل
الدهيدات	١	٢	متغير
بنزويرين	اثار	٠ر٢٠	٠ر١٣٠
		مليجرام/مليون قدم مكعب	مليجرام قدم مكعب
أول أكسيد الكربون	متغير	٤ر	٤ر
هيدروكربونات	متغير	متغير	متغير
أكاسيد نتروجين	٣٩٠	٢١٤	١١٦

جدول (٣) : يتبع .

المادة الملوثة	محطات توليد الحركة	غلايات المصانع	المنازل
أكاسيد كبريت	٤ر	٤ر	٤ر
أمونيا	متغير	٣ر	٣ر
أحماض عضوية	متغير	٦٢	٦٢
جسيمات عالقة	١٥	١٨	١٩

جـ - حرق الزيوت

وهى تماثل بالضبط حرق الفحم ، ولكن الجسيمات العالقة تكون كمياتها أقل نوعا ، كما هو مبين بالجدول رقم (٤) .

جدول (٤) : كمية الملوثات بالرطل / ١٠٠٠ جالون زيت .

المادة الملوثة	وحدات توليد كبيرة	وحدات توليد صغيرة
الدهيدات	٦٠ر	٢
بنزويرين	٥٠٠٠ ميكروجرام	٠ر٤٠ ميكروجرام
أول أكسيد الكربون	٤٠ر	٢

جدول (٤) : يتبع .

المادة الملوثة	وحدات توليد كبيرة	وحدات توليد صغيرة
هيدروكربونات	٢٠ر٣	٢
أكاسيد نتروجين	١٠٤	٧٢
ثانى أكاسيد كبريت	١٥٧	١٥٧
ثالث أكسيد كبريت	٤٠ر٢	٢
جسيمات عالقة	٨	١٢

٧ - الملوثات الناتجة من مصانع الخرسانة السابقة التجهيز

تنتج الملوثات من خلطة الرمل والزلط وغيرها من المواد ، أو أثناء نخل المواد . وقدرت كمية الأتربة الملوثة للجو بمعدل ٠٢٥ر رطلاً لكل ياردة من الخرسانة فى الأحوال الجيدة . أما فى الأحوال السيئة فيكون ٢ر رطلاً لكل ياردة من الخرسانة .

٨ - الملوثات الناتجة من مصانع الحديد ومصانع المعادن غير الحديثة

أ - مصانع الألمونيوم

ويخرج منها قلوريد هيدروجين ، وفلورين ، وكربون ، وألمونيوم .

ب - مصانع النحاس

يخرج منها أول أكسيد الكربون ، وأكاسيد الكبريت ، وأكاسيد النيتروجين ، والكالسيوم ، وكذلك مركبات خارجية .

جـ - مصانع الحديد

ويخرج منها أول أكسيد الكربون ، أكاسيد الكبريت ، وأكاسيد الحديد ، والفلوريدات ، وكربونات النيكل ، وأتربة السيلكار والجرانيت ، وفحم الكوك ، والفسفور المتطاير .

د - مصانع الرصاص والزنك

ويخرج منها أكاسيد الكبريت ، والفلوريدات ، والكادميوم .

هـ - مصانع المنجنيز

ويخرج منها الفلوريدات ، والكلوريدات ، وأكاسيد الباريوم .

ع - مصانع المعادن الثانوية

ويخرج منها أكاسيد النتروجين ، وأكاسيد المعادن ، وحامض الهيدروكلوريك .

د مصانع النحاس الأصفر والبُرنز

ويخرج منها أكاسيد الزنك ، واكاسيد الرصاص .

ز - مصانع الألمونيوم الثانوية

ويخرج منها الفلوريدات ، والكلوريدات ، والآوزون ، وعديد من المعادن.

٩ - الملوثات الناتجة من مصانع الكيماويات

أ - مصانع إنتاج الـ Adipi Acid (والمستخدم فى تحضير الخيوط الصناعية) ، ويخرج منها أكاسيد النيتروجين .

ب مصانع الأمونيا ، ويخرج منها أول أكسيد الكربون والأمونيا .

جـ - مصانع الكلوين ، ويخرج منها غاز الكلوريد والزئبق .

د - مصانع حامض الهيدروفلوريك ، ويخرج منها فلوريد الهيدروجين ، وثلاثى فلوريد السيلكون ، وثانى أكسيد الكبريت .

هـ - مصانع حامض النيتريك ، ويخرج منها أكسيد النيتروجين ، وثانى أكسيد النيتروجين .

و - مصانع مواد الطلاء ، ويخرج منها الألدهيدات ، الكيتون ، والفينولات ، والتربينات والجلسرين .

ز - مصانع تقطير البترول ، ويخرج منها كبريتيد الهيدروجين والسيلنيوم، والفلوريدات ، والهيدروكربونات ، والسليكون ، وفلوريد الهيدروجين .

ع - مصانع الأحبار ، ويخرج منها الأكرولين ، والأحماض العضوية ، والفينولات ، والتربينات .

م - مصانع حامض الكبريتيك ، ويخرج منها ثانى أكسيد الكبريت ، وأكاسيد الكبريت ، وأكاسيد النتروجين .

ن - مصانع الإسفنج الصناعى ، ويخرج منها الألكان ، والألكين ، ونتريل الايثان ، والكربونيل .

١٠ - الملوثات الناتجة من مصانع الإنشاء ات

أ - مصانع الأسفلت ، ويخرج منها ضباب الزيوت ، والبنزويرين ، والأسبستوس ، وأول أكسيد الكربون .

ب - مصانع الطوب ، ويخرج منها الفلوريدات ، وثانى أكسيد الكبريت.

جـ - مصانع كلوريد الكالسيوم ، ويخرج منها أول أكسيد الكربون، والأستيالين وأكاسيد الكبريت .

د - مصانع الأسمنت ، ويخرج منها أنواع مختلفة من الأتربة ، بالإضافة إلى الكروميوم .

هـ - مصانع الخزف والسراميك ، ويخرج منها الفلوريدات والسيلكات ، والأمونيا .

و - مصانع الزجاج ، ويخرج منها الكلور ، والفلوريدات ، وأكاسيد الكبريت ، وأكاسيد النتروجين ، وأول أكسيد الكربون .

١١ - الملوثات الناتجة من مصانع الأغذية والمواد اللازمة للمنازل

١ - مصانع القهوة ، ويخرج منها الدخان ، والرائحة .

٢ - محالج القطن ، ويخرج منها الأتربة وشعيرات القطن ، وهبو القطن.

٣ - محلات التنظيف الجاف ، ويخرج منها المذيبات العضوية الصناعية، والمذيبات البترولية .

٤ - مصانع العلف والمطاحن ويخرج منها السليكات ، وتراب الحبوب ، والفطريات ، والزئبق ، والتبن .

٥ - مصانع الأسماك ، ويخرج منها سلفات الهيدروجين ، وثلاثى ميثيل أمين .

٦ - مصانع النشا ، ويخرج منها بودرة النشا .

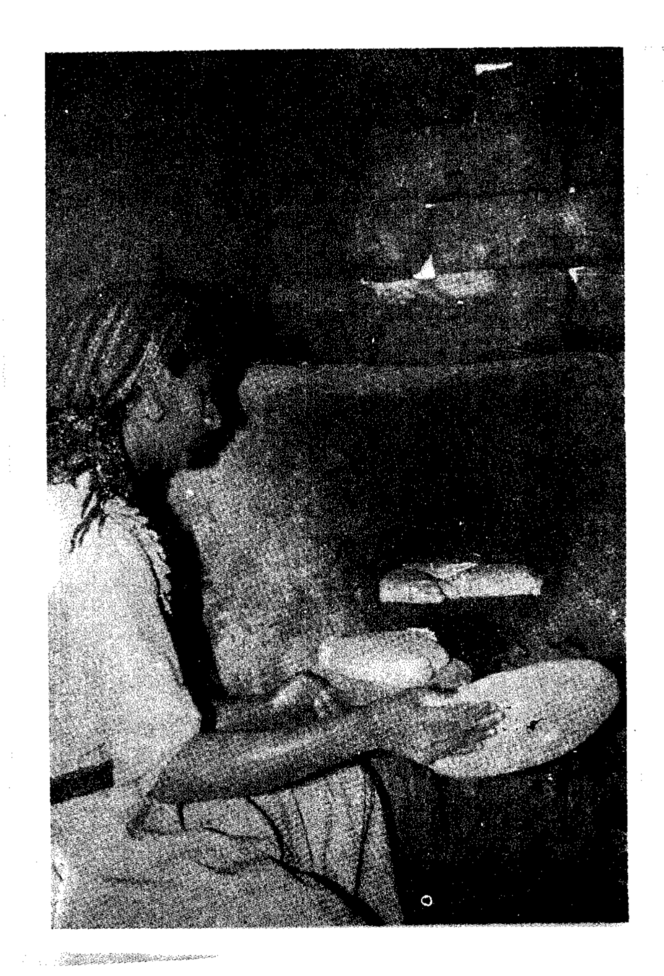
هذا .. ويستخدم الفحم الحجرى والفحم النباتى فى كثير من المصانع، كوسيلة اقتصادية لإنتاج الطاقة . وعادة مايخرج من حرق هذه الأنواع من الفحم النواتج التالية : الكربون ، والسيلكون ، والألمونيوم ، وأكاسيد الحديد ، كما تخرج بعض الغازات ، وهى : أكاسيد الكبريت ، وأكاسيد النتروجين ، وفلوريد الهيدروجين ، وأول أكسيد الكربون ، وكربونات النيكل، والألدهيدات ، والهيدروكربونات . كما يحتوى الدخان أيضا على الرصاص والكادميوم ، والسيلينيوم ، والفانديوم ، والزنك ، وعدد كبير آخر

من العناصر .

ويتوقف مدى تلوث الهواء بهذه المواد على طريقة الحريق ، وسعة فرن الحريق ، وغيرها من العوامل .

أما الغاز .. فيستخدم عادة لتدفئة المنازل ويعض المصانع والمكاتب . وعادة .. تخرج نواتج من حرق هذا الغاز ، أهمها ثانى أكسيد الكربون ، وبخار الماء ، وأكاسيد النيتروجين . أما الزيوت فينتج عن حرقها أكاسيد الكبريت، وأكاسيد النتروجين ، ومجموعة كبيرة من الكبريتات ، والتى تكون ١٧ إلى ٢٥٪ ، و١٠ - ٣٠ ٪ رمادا ، و٢٥- ٥٠٪ حبيبات متفحمة . وتعتبر مادة السيلينيوم أهم المواد التى تخرج من حرق الزيوت. أما المخلفات فتنتج عن حرقها حبيبات كربون ، وسناج طائر ، ونسبة قليلة من أكاسيد النتروجين وأكاسيد الكبريت . ويعتبر أول أكسيد الكربون والألدهيدات والهيدوركربونات أكثر المواد تلويثا للجو .

ولقد كان الناتج من حرق المخلفات فى الماضى - من حيث الأهمية فى التلوث - أكاسيد النتروجين وأكاسيد الكبريت . أما الآن فإن الكلوريدات أصبحت أهم المواد الملوثة ؛ لاحتواء المخلفات على نسبة عالية من البوليفنيل والبلاستيك ، والتى ينتج عنها حامض الهيدروكلوريك ، وكذلك كمية من الفلوريدات والسيانيد والفوسفات والألدهيدات . هذا وتقوم بعض الدول بحرق القمامة فى الأماكن الخالية ، وهذه تسبب تلويث الجو المحيط بأول أكسيد الكربون وهيدروكربونات ، خاصة الهكسان وبعض الأحماض العضوية .



شكل (١٠) : الخشب ومخلفات المزارع كمصدر هام للوقود فى الريف .

هذا وتستعمل المنازل فى الوقت الحالى الخشب للتدفئة وكوقود . شكل رقم (١٠) ولقد اتضح للباحثين أن وسيلة التدفئة هذه تخرج حبيبات متوسط قطرها ٣٪ ميكرونات ، وتخرج - فى الوقت نفسه - المواد الضارة التى تخرج من الفحم .

هذا وتنتج مصانع صهر المعادن الكروميوم والمنجنيز والزنك والرصاص ، وكذلك ثانى اكسيد الكبريت والفلوريدات والكاديوم ، ومجموعة اخرى من المركبات . ويعتبر الملوث الرئيسى فى مصانع الألمونيوم الفلوريد ، الذى يخرج من الكربوليت ، بينما - فى حالة صهر النحاس - تكون أهم الملوثات مركبات الكبريت ، وأول أكسيد الكربون ، وأكاسيد الكبريت ، وأكاسيد النتروجين ، والفلوريدات ، والصناج .

اما مصانع الكيماويات .. فهى تنتج كميات هائلة من الأمونيا والكلورين وأحماض النيتريك والفيثاليك ، بينما تخرج مصانع البويات عددا كبيرا من الملوثات العضوية ، مثل الألدهيدات والفينولات والعنبنولات والجلسرين ، بالإضافة إلى الرصاص والزئبق والتيتانيوم والسلينيوم .

أما مصانع الأسمنت .. فتخرج كميات كبيرة من تراب الأسمنت ، بالإضافة إلى الفلوريدات وفلوريد الأيدروجين . هذا وتعتبر الفلوريدات أهم الملوثات التى تخرج من مصانع الزجاج .

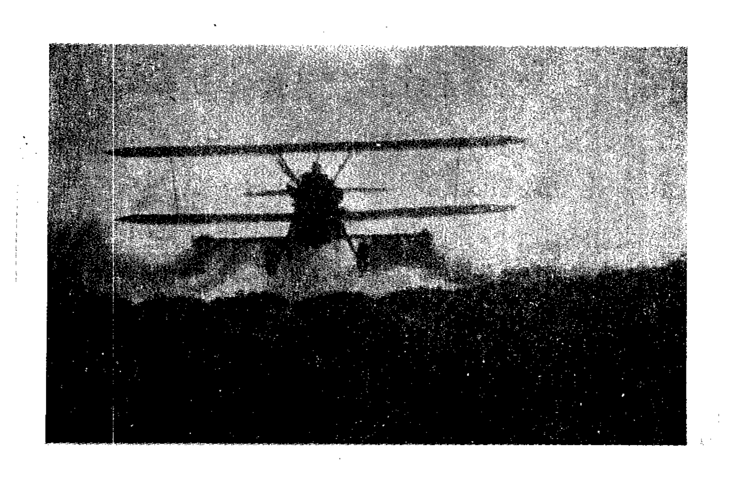
أما مصانع الأغذية فتخرج كميات كبيرة من الرائحة غير المرغوبة ، بالإضافة إلى ثلاثى ميثيل اين ، وكبريتيد الأيدروجين والأتربة الناتجة من

طحن الحبوب ، وأتربة التبن ، وبقايا الحبوب ، وجراثيم الفطريات ، وبقايا المبيدات الفطرية ، خاصة مركبات الزئبق العضوية ، وبعض النشويات التى تتطاير في الجو .

هذا بالإضافة إلى ما يخرج من النشاط الإنسانى فى المزرعة أو الحقل أو المنزل ، سواء عند تخزين الجبن ، أم عند تصنيع مواد العلف ، أم عند استخدام المبيدات فى مكافحة الحشرات ، أم عند استخدام المواد الكيماوية فى الزراعة ؛ مثل المواد الجاذبة والفرمونات والمواد المنظمة للنمو ، وكذلك الأسمدة الصناعية .

هذا وتنتج البشرية أكثر من مليون طن من المبيدات ، يتم حقنها فى الجو أثناء معاملة الحاصيل ، يصل حوالى ٥٠٪ إلى التربة الزراعية ، وتخرج منها لتصبح مصدرا هاما من مصادر تلوث الجو باستمرار بالمبيدات.

فلقد ثبت أن بقايا المبيدات تبقى فى الأراضى الزراعية لمدة طويلة جدا ، تصل إلى أكثر من ٢٠ عاماً ، وأنها تتراكم عاماً بعد عام ، لتصل إلى تركيزات عالية ، وفى الوقت نفسه يتم بخرها من التربة إلى الهواء الجوى ؛ حيث تعتبر مصدرا دائما لتلوثه ، وأن الذى يتابع حالة الجو فى الريف يجد أن بقايا المبيدات فى الجو تعتبر عالية التركيز جدا ، وهذا يرجع فى المقام الأول إلى أن الجو يكون ملوثا بشدة أثناء عملية الرش بالطائرات شكل رقم (١١) أو "الموتورات" أو أثناء معاملة التربة ، ثم يقل هذا التركيز نتيجة حركة الهواء، ويستمر بقاء المبيدات فترة طويلة ، حيث تتبخر - تدريجياً - من على أسطح أوراق النباتات المعاملة ، بالإضافة إلى تبخرها المستمر من



شكل (١١) : طائرة الرش بالمبيدات تلوث الهواء والماء والتربة .

التربة الزراعية .

١٢ - الملوثات الناتجة من مصانع تكرير البترول

ينقسم العمل فى مصانع تكرير البترول إلى أربع مراحل عملية ، هى : الفصل ، وعملية التحويل ، وعملية المعاملة ، ثم عملية الخلط .

وفى كل من المراحل الأربع .. تخرج كميات هائلة من المواد الملوثة ؛ أهمها : الهيدروكربونات ، والحبيبات العالقة ، وثانى أكسيد النتروجين ، وأول أكسيد الكربون ، والألدهيدات ، والنشادر . وتختلف كمياتها حسب نوع الزيت والمرحلة التى يتم فيها عملية تكرير البترول .

١٣ - الملوثات الناتجة من عمليه حرق النفايات الصلبة

ينتشر فى الوقت الحاضر أسلوب غريب للتخلص من النفايات الصلبة ، برغم شدة خطورة هذا الأسلوب من حيث تلوث الهواء .

فجميع مقالب القمامة الحكومية والخاصة يتم فيها حرق القمامة عن عَمْد؛ بقصد التخلص من كميات كبيرة منها ، وفى الوقت نفسه .. قامت معظم المحافظات بشراء وحدات حرق القمامة كهربائيا فى أفران خاصة .

ونظرا لأهمية هذا الموضوع وشدة خطورته نوضح فيما يلى نتائجه .

١ - حرق القمامة فى محارق القمامة

تتكون المحارق من ثلاث حجرات ؛ حجرة لوضع القمامة ، وأخرى

للتقليب وإضافة الهواء لإتمام إحراق القمامة ، وفى الحجرة الثالثة يتم حرق جميع البقايا العضوية ، وتتحول القمامة تماما إلى رماد جدول رقم (٥).

وقد تكون المحارق من حجرة واحدة ، تقوم بجميع الأعمال السابقة . ويوضح الجدول التالى كميات المواد الضارة الخارجة نتيجة حرق القمامة فى المحارق وفى المقالب العامة .

٢ - حرق القمامة فى المقالب العامة

عادة مايتم الاحتراق الذاتى للقمامة . وقد يتعجل المسؤلون فى عملية إحراق هذه القمامة . وعادة .. تكون نتائج الحرق هذه غير كافية ؛ حيث تتبقى كميات كبيرة من المواد العضوية غير محروقة حرقا كاملا جدول رقم (٦) .

جدول (٥) : كمية الملوثات الخارجة من المحارق (رطل / طن قمامة) .

المادة الملوثة	محارق متعددة الغرف	محارق ذات غرفة واحدة
ألدهيدات	١ر١	٥ - ٦٤
بنزويرين	٠٠٠ر٦ مليجرام	٠٠٠ر١٠٠
أول أكسيد الكربون	٧ر	٢٠ - ٢٠٠
هيدروكربونات	٤ر١	٢٠ - ٥٠
أكاسيد نتروجين	١ر٢	٦ر١

جدول (٥) : يتبع .

المادة الملوثة	محارق متعددة الغرف	محارق ذات غرفة واحدة
أكاسيد كبريت	١ر٩	غير مقدرة
أمونيا	٣ر	غير مقدرة
أحماض عضوية	٦ر	غير مقدرة
جسيمات عالقة	٦	٢٥ر٢٠

جدول (٦) : كمية الملوثات الخارجة من القمامة فى الهواء الطلق .

المادة الملوثة	فى هواء القالب
الدهيدات	٤
بنزويرين	٠ر٢٥٠
أول أكسيد الكربون	غير مقدرة
هيدروكربونات	٢٨٠
أكاسيد نتروجين	٦ر
أكاسيد كبريت	١ر٢
أمونيا	٢ر٣
أحماض عضوية	١ر٥
جسيمات عالقة	٤٧

الفصل الثالث

أهم ملوثات الهواء

أجمع العلماء على أن هناك ستة ملوثات هامة جدا ، تؤدى إلى تلوث الهواء ، لها تأثير كبير على صحة الإنسان ، وهى : محتوى الهواء من المواد الصلبة خصوصا الحبيبات التى قطرها أقل من ١٠ ميكرونات (PM_{10}) ، وثانى أكسيد الكبريت ، وأول أكسيد الكربون ، وثانى أكسيد النتروجين ، والأوزون ، والرصاص . إلا أن بعض العلماء يضيف ثانى أكسيد الكربون والسناج ؛ والهيدروكربونات كمواد ملوثة .

أولا : الجسيمات العالقة بالهواء

وهذة يمكن تقسيمها إلى مايأتى :

أ - الغبار

عندما يدخل الإنسان شقته .. فإن أول شيىء يدخل رئتيه هو هواء الشقة ، ولو دخل الواحد منا حجرتة وفتح النافذة ليدخل شعاع الشمس ، ثم نظر إلى هذا الشعاع سيجد الهواء ملوثاً بآلاف بل ملايين من جزيئات

الغبار الصغيرة جدا شكل رقم (٦) سابحة ومعلقة فى الهواء ، وهذا فقط ماتراه العين المجردة .

والغبار عبارة عن جزيئات صغيرة جدا من المواد الترابية العالقة التى يحملها الهواء ؛ نتيجة عوامل طبيعية ؛ مثل العواصف الترابية والبراكين ، أو بفعل عمليات صناعية يشارك فيها الإنسان . والغبار بصفة عامة يمثل شكلا من أشكال التلوث ، ويسبب أضرارا كبيرة ، وتأتى خطورته من الناحيه الكمية ، وذلك لأنه يتواجد بكميات كبيرة ، ويغطى مساحات واسعة.

أنواع الغبار

للغبار ثلاثة أنواع ؛ الأول : "الغبار الساقط" ، الذى يصل قطر جزيئاته إلى أكثر من ميكرون ، ويترسب بسرعة أو على مسافات بعيدة عن مصادره، لكن الرياح الشديدة يمكن أن تحمله ثانية ، وهو قليل التأثير على الجهاز التنفسى ؛ لأن شعيرات الأنف تحجز القسم الأكبر منه ، خاصة مايزيد قطره على ١٠٠ ميكرون .

أما النوع الثانى .. فهو "الغبار المعلق" ، ويتراوح قطر جزيئاته من ١ر- ١٠ ميكرونات ، ويبقى معلقا فى الهواء لفترة طويلة ، كما أن ترسبه يتم بشكل بطىء ، ويتوقف أساسا على الظروف المناخية من رطوبة وحرارة ورياح وغيرها . ويعتبر الغبار المعلق أخطر الأنواع الملوثة للهواء ؛ وذلك لأنه يشكل القسم الأكبر من الغبار الموجود فى الهواء ، كما يحتوى على

جزيئات دقيقة لها تأثيرات مرضية على الجهاز التنفسى خاصة للأطفال ؛ وذلك لأنه يستطيع أن يخترق فتحات الانف بشكل سهل ، ويصل إلى القصبات والحويصلات الهوائية كما أنه يترسب على أوراق النباتات ويسد الثغور ؛ وبالتالى يقلل من عملية تبادل غاز الأكسجين الذى يخرج من النباتات ، بدلا من غاز ثانى أكسيد الكربون الموجود فى الجو ، خاصة فى الأجواء الرطبة .

أما النوع الثالث .. فهو "الجزيئات الغبارية المعلقة" ، والتى لاترى إلا بالمجهر ، وهى جريئات صغيرة جدا ، لا تترسب غالبا وإنما تبقى معلقة فى الهواء ، وقطرها أقل من ١ر ميكروناً ، وتوجد فى الهواء غير الملوث بعدة مئات فى السنتيمتر المكعب ، أما فى الهواء الملوث فيصل عددها إلى ٠٠٠ر١٠٠ جزء فى السنتيمتر المكعب ، وهو لايستقر فى الرئة ، ويعتبر غير ممرض .

ب - السناج

يظهر السناج واضحا فى الريف عندما يقوم الفلاحون بإضاءة لمبات الكيروسين ، وهو عبارة عن جسيمات صلبة دقيقة ، قطرها أقل من ميكرون واحد ، وهذه الجسيمات تتكون أساسا من الكربون غير المحترق احتراقا كاملاً . ويتواجد السناج بكثرة فى الأفران والمطاعم .

جـ - الأدخنة

وهى ناتجة من احتراق المعادن وتأكسدها ؛ حيث تتبخر هذه الأكاسيد والجسيمات بفعل الحرارة الشديدة ، وهى حبيبات صغيرة دقيقة قطرها أقل من ميكرون واحد .

د - الضباب

وهو يتواجد بكثرة فى مصانع الأغذية ، أو فى الطرق فى الصباح الباكر، أو فى المطابخ . ويتكون من قطرات من الماء نتجت من تكثف بخار الماء .

هـ - الرذاذ

وهى قطرات من سائل معلق فى الهواء ، يمكن رؤيتها بالعين المجردة ، وهى ناتجة من سوائل تم تجزئتها بالوسائل الطبيعية .

و - الضباب الملوث بالسناج

وهو يحدث عادة فى المطاعم وبعض المنازل فى الريف ؛ حيث يختلط الضباب مع السناج فى صورة قطرات صغيرة .

ع - المواد العضوية

عادة مايتواجد فى الهواء كميات من المواد العضوية المتحللة الناتجة من

النباتات المنزرعة التى تحملها الرياح إلى أماكن عديدة . وقد تكون هذه المواد العضوية من أصل نباتى أو أصل حيوانى .

ز - الميكروبات والجراثيم

عادة مايحمل الهواء عديداً من الميكروبات والجراثيم المحمولة على قطرات ، أو رذاذ المياه ، أو الأتربة ، أو المواد العضوية شكل رقم (٣) .

والجسيمات تشمل حبيبات الأتربة ، والغازات ، والهباب ، وأدخنة ، وقطرات سائلة تُبَثّ عادة فى الجو من مصادر مختلفة من السيارات أو المصانع أو محطات القوى أو الحرائق أو من نشاط الرياح أو من الغازات المنبعثة فى الجو . هذا والحدود المسموح بها هى متوسط ٥٠ ميكروجراماً / للمتر المكعب سنويا . ويسمح بالتعرض لـ ١٥٠ مليجراماً لكل متر مكعب لمدة يوم واحد فى السنة وليست بصفة مستمرة . ويبلغ ما تبثه الولايات المتحدة في الجومن المواد الصلبة من وسائل النقل ١ر٤ مليون طن سنويا ، بينما الذى يبث من مصادر الطاقة ١ر٧ مليون طن ، ومن المصانع ٢ر٦ مليون طن ، ومن المخلفات الصلبة ٣ر مليون طن ، ومن مصادر مختلفة ٩ر مليون طن ، بإجمالى ٦ر٩ مليون طن سنويا . ويقدر مايُبَثّ فى هواء العالم كله بحوالى ٢١ر٦ مليون طن .

ثانياً : ثانى أكسيد الكبريت

ينتج هذا الغاز من محطات توليد الكهرباء ، ومن حرق الفحم ، ومن

حرق الزيوت ، ومن محطات تكرير البترول ، ومن مصانع الورق ، ومن المصانع التى لاتنتج الحديد .

وهناك ثلاثة حدود مسموح بها من ثالث أكسيد الكبريت : حدود سنوية بواقع ۰۳ر جزءاً فى المليون ، أو ۸۰ ميكروجراماً لكل متر مكعب . وحدود مسموح بالتعرض لها فى يوم واحد فى العام وهى ١٤ر جزءاً فى المليون ، أو ٣٦٥ ميكروجراماً / متر مكعب . وحدود مسموح بالتعرض لها لمدة ثلاث ساعات فقط ، وهى ٥ر جزءاً فى المليون ؛ أى ۱۳۰۰ ميكروجرام / متر مكعب .

وعادة يستعمل الحدّان الأول والثانى ، ولا يستعمل الحد الثالث .

ولقد قدرت الولايات المتحدة ما تبثه من ثانى أكسيد الكبريت فى الجو من وسائل المواصلات بـ ١٦.٤ مليون طن سنوياً ، ومن المصانع بـ ٣.٤ مليون طن سنوياً بمجموع قدره ٢٠.٧ مليون طن سنويا .

ثالثا : أول أكسيد الكربون

وهو غاز عديم اللون والرائحة ، وهو غاز سائل ينتج عن طريق مصادر الطاقة المحتوية على الكربون . وينتج ثلثا أول أكسيد الكربون المنبعث فى الكون من وسائل نقل خاصة ووسائل النقل الثقيلة . والحدود المسموح بها مرة واحد فى السنة هى ٣٥ جزءاً فى المليون ولمدة ساعة واحدة ، أو ٩ أجزاء فى المليون لمدة ٨ ساعات ، ويقدر أول أكسيد الكربون المنبعث من

وسائل النقل فى الولايات المتحدة بـ ٢ر٤١ مليون طن فى السنة ، والمنبعث من مصادر الطاقة٧ . ٦ مليون طن سنوياً ، ومن المصانع ٧ . ٤ مليون طن ، ومن المخلفات الصلبة ٧ . ١ مليون طن ، ومن مصادر متنوعة ٦ مليون طن ، ويكون الإجمالى السنوى حوالى ٢ . ٦١ مليون طن فى السنة .

رابعاً : ثانى أكسيد النيتروجين

غاز لونة بنى مصفر ؛ غاز نشط فى الجو ، وهو يدخل مع المركبات العضوية المتطايرة فى تفاعلات كبيرة فى الغلاف الجوى لإنتاج الأوزون ، وينتج عن حرق هذا الغاز كمية هائلة من الحرارة ، وتعتبر وسائل النقل ومحطات توليد الكهرباء ، ووحدات الغلايات فى المصانع المصدر الرئيسى لإنتاج هذا الغاز .

وتسبب أكاسيد النيتروجين حساسية فى الرئة والقصبات الهوائية ، وتسبب حساسية للجهاز التنفسى للإصابة بالأمراض . وعلى سبيل المثال تبث أمريكا فى الجو ١ . ٨ مليون طن مترى من وسائل النقل فى العام ، بينما تبث مصادر الطاقة ٨ . ١٠ مليون طن ، وتبث المصانع ٦ مليون طن ، والمخلفات الصلبة ١ر مليون طن ، ومصادر متنوعة تبث ٢ر مليون طن ؛ وبذلك يكون إجمالى ثانى أكسيد النيتروجين الذى يبث فى الجو هو ٨ . ١٩ مليون طن .

خامسا : الأوزون

الأوزون هو ناتج من الأكسدة الضوء كيماوية لكثير من المركبات ، أهمها ثانى أكسيد النيتروجين ، وأول أكسيد الكربون والأكسجين ، والهيدروكربونات ، وكذا الميثان . ويعتبر الأوزون فى الطبقة العليا من الجو مفيد للحياة ؛ حيث يحمى الكرة الأرضية من الأشعة فوق البنفسيجية التى تبثها الشمس . وللتركيز العالى من الأزون فى طبقات الجو السفلى تأثير كبير على الصحة العامة . فالمعروف أن الأوزون لا ينتج مباشرة ، ولكنه ناتج من تفاعلات معقدة بين عديد من المركبات والغازات والمواد العضوية المتطايرة فى وجود ضوء الشمس . ويمكن تشجيع تكوين الأوزون أو يتم تثبيطة طبقا لما يحويه الهواء الجوى من ملوثات ، وطبقالارتفاع درجة الحرارة ، وطبقا للوقت من السنة . وعادة يتم بث هذه المواد العضوية المتطايرة وأكاسيد النيتروحين عن طريق وسائل النقل والمصانع ، خاصة مصانع الكيماويات ومحلات تنظيف الملابس ومواد الطلاء وبعض المذيبات .

ويختلف طول مدة إنتاج الأوزون من مكان إلى آخر ومن وقت من السنة إلى وقت آخر ؛ فعادة تعتبر المدة من شهر مايو حتى أكتوبر أحسن الأشهر لاإتاج الأوزون .

وعادة .. فإن أقصى تركيز مسموح بالتعرض لة من الأوزون ليوم واحد فى السنة هو ١٢ر جزءاً فى المليون . وتقدر الولايات المتحدة كميات المواد العضوية المتطايرة التى تبثها أمريكا فى الجو سنوياً بحوالى ١ر٦ مليون

طن من وسائل النقل ، و٩ر مليون طن من مواد حرق الطاقة ، و٥ر٨ مليون طن من المصانع ، و٦ر مليون طن من النفايات الصلبة ، و٤ر٢ مليون طن من مصادر مختلفة . ويبلغ إجمالى ما يتم بثه فى الجو ٦ر١٨ مليون طن سنوياً.

سادساً : الرصاص

للمستوى العالى من الرصاص تأثير ضار جداً وخطير على الإنسان والبيئة . ويعتبر الرصاص ضاراً جداً بالكائنات الحية الرقيقة ، ويثبط هدم المواد العضوية ، والتركيز العالى منه يثبط عملية التمثيل الضوئى . وللرصاص تأثير شديد على الجهاز العصبى خاصة عند الأطفال ، ويسبب أمراض الكلى ، ويقلل من عملية النمو ، ويقلل من المناعة فى الجسم . والرصاص ينتج من إضافات نواتج البترول ، وكذلك مصانع صهر المعادن غير الحديدية وكذا مصانع إنتاج البطاريات . وتعتبر وسائل المواصلات المسؤولة عن ٣٤٪ من كميات الرصاص الموجودة سنوياً فى الجو . ولقد نجحت الولايات المتحدة خلال مشروعين لحماية الهواء من نقص كمية الرصاص الموجودة فى الجو من ٢١١٠٠ طن عام ١٩٥٨ إلى ٨٠٠٠ر٨ طن عام ١٩٨٧ ، ثم إلى ٧٦٠٠ طن مترى عام ١٩٨٨.

ويرجع ذلك إلى تقليل تركيز الرصاص فى البنزين ؛ فعلى سبيل المثال كان البنزين يحتوى من الرصاص عام ١٩٧٠ على جرام واحد / جالون ، وأصبح نصف جرام فى الجالون عام ١٩٨٥ ،ثم قل ليكون ١ر/الجالون عام ١٩٨٦.

وتقدر كمية الرصاص التى تبثها وسائل النقل سنويا فى الولايات المتحدة ٢٦٠٠ عام ١٩٨٨ بعد أن كانت ٩٤٫٦ الف طن عام ١٩٧٩ . وكميات الرصاص الناتجة من مصادر الطاقة ٥٠٠ طن عام ١٩٨٨ . بعد أن كانت ٤٩٠٠ طن عام ١٩٧٩ ، والناتج من المصانع ٢٠٠٠ طن عام ١٩٨٨ بعد أن كانت ٥٢٠٠ طن ١٩٧٩ ، أما الناتج من النفايات الصلبة فهو ٢٥٠٠ طن عام ١٩٨٨ ، بدلا من ٤٠٠٠ طن عام ١٩٧٩ . ويبلغ مايبث فى الجو فى الولايات المتحدة ٧٦٠٠ طن عام ١٩٨٨ ، بدلا من ١٠٨٦٠٠ طن عام ١٩٧٩ . ولقد نجحت اليابان فى جعل ٩٠٪ من منتجاتها البترولية خالية من الرصاص ويبين جدول رقم (٧) الحدود المسموح بها من ملوثات الهواء .

الفصل الرابع

غازات الصوبة والمناخ

يعتبر ثانى أكسيد الكربون وبخار الماء والأوزون وبعض الآثار الصغيرة من الغازات المتحكمة فى حرارة الجو . وتسمى هذه الغازات بـ "غازات الصوبة" ؛ حيث تقوم هذه الغازات بامتصاص حرارة الشمس ، وتعيد بثها مرة أخرى إلى سطح الأرض .

وعلى ذلك اذا ارتفع تركيز هذه الغازات فى الهواء فإن درجة حرارة الجو تزداد. ويقدر العلماء كمية ثانى أكسيد الكربون الناتج عن حرق طاقة بما يوازى ٥ بليون طن من الكربون ، وسيرتفع هذا الرقم إلى ٧ - ١٣ بليون طن عام ٢٠٠٠ ، ومن ١٠ - ٣٠ بليون طن كربوناً عام ٢٠٣٠ . ولقد دلت البحوث العلمية على أن تركيز ثانى أكسيد الكربون يختلف فى الهواء الجوى من عام إلى آخر .

ولقد قدر العلماء تركيز ثانى أكسيد الكربون عام ١٩٥٠ فى منطقة القطب الجنوبى بـ ٢٨٠ جزءاً فى المليون . ولقد ارتفع تركيز ثانى أكسيد الكربون ، ليصل إلى ٣١٥ جزءاً فى المليون عام ١٩٥٨ ، ويصل عام ١٩٨٤ إلى ٣٤٣ جزءاً فى المليون . ومن المتوقع أن يصل فى القرن القادم إلى ٦٠٠ جزء فى المليون . هذا وتلعب بعض الغازات الموجودة فى صورة

آثار - مثل أكاسيد النتروجين والميثان والكلوروفلوروكربون والأوزون وبخار الماء - دورا هاما فى رفع درجة حرارة الجو .

وتبلغ كمية أكاسيد النتروجين المحقونة فى الجو بـ ٣٠ مليون طن سنويا . ولقد ارتفع تركيز هذه الأكاسيد من ٢٨٩ جزءاً فى البليون عام ١٩٧٠ إلى ٣٠٣ أجزاء فى البليون عام ١٩٨٤ ، وسيصل تركيزها عام ٢٠٣٠ إلى ٣٧٥ جزءاً فى البليون .

وتقدر كمية الميثان المحقونة فى الجو بـ ٥٥٠ مليون طن . ومعظم هذه الكمية (١٠ ٪ منها) تتم أكسدته . ويقدر تركيز الميثان فى الجو عام ١٩٨٥ بـ ٦٥ر١ جزءاً فى المليون . وقد كان ٥٢ر١ جزءاً فى المليون عام ١٩٧٧ ، وسيصل تركيزه عام ٢٠٣٠ إلى ٣٤ر٢ جزءاً فى المليون .

أما غاز الكلوروفلوروكربون الناتج من الصناعة .. فقد قُدِّر بما يوازى ٤٠٠ر٠٠٠ طن . ويبلغ تركيزه ١٥٠ جزءاً فى الترليون فى عام ١٩٧٧ ، ووصل إلى ٢٣٠ جزءاً فى الترليون ، وسيصل عام ٢٠٣٠ إلى ١٨٠٠ جزءاً فى الترليون .

وسيترتب على رفع تركيز ثانى أكسيد الكربون - إلى الضعف - زيادة فى درجة الحرارة من ٥ر١ - ٥ر٤ درجة مئوية . ولقد أوضحت البحوث أن درجة حرارة الكرة الأرضية ارتفعت من ٣ر إلى ٧ر درجة سنوية خلال المائة عام الماضية .

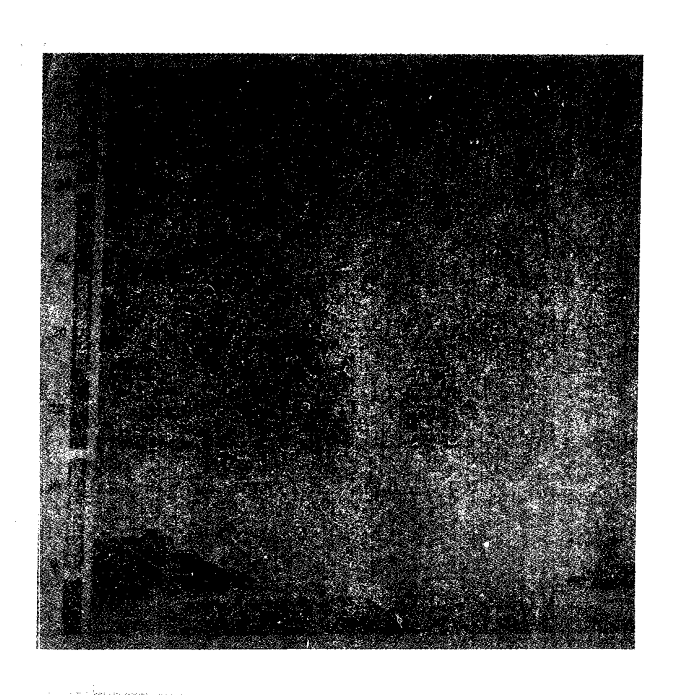
وسوف يؤدى ارتفاع درجة حرارة الكرة الأرضية ٥ر١ - ٥ر٤ درجة مئوية إلى ارتفاع فى مستوى ماء البحر من ٢٠ - ١٤٠ سم ؛ نتيجة ذوبان

الثلوج فى مناطق القطبين الجنوبى والشمالى ، وسيؤدى هذا الارتفاع فى درجة الحرارة إلى التأثير على الزراعة وبالذات على إنتاج الغذاء . وسوف يؤدى رفع درجة حرارة الكرة الأرضية درجتين مئويتين فقط إلى نقص فى إنتاج المحاصيل يتراوح من ٣ - ١٧ ٪ . وسوف يؤدى ارتفاع درجة الحرارة إلى تشجيع نمو الحشرات والأمراض ؛ بما يؤثر على إنتاج النبات .

التغير فى طبقة الأوزون

يحيط بالغلاف الغازى المحيط بالكرة الأرضية شكل رقم ١٢ - المسمى تروبوسفير - طبقة أخرى تسمى استراتوسفير ، تمتد إلى ارتفاع يتراوح من ٥٥ - ٨٠ كيلومتراً وتتميز هذه الطبقة بثبات حرارتها وخلوها من العواصف. وتقسم هذه الطبقة عادة إلى طبقة سفلى خالية تماما من الغازات ذات جو صافٍ مستقر ، تستعملها الطائرات فى الطيران ، يعلوها طبقة وسطى تعرف بطبقة الأوزون ، تبلغ درجة حرارتها ٩٥ درجة مئوية ، ثم يلى ذلك طبقة مكهربة . وطبقة الأوزون هذه تعمل كمصفاة طبيعية تمتص الأشعة فوق البنفسجية الضارة بالحياة .

وعادة .. يتم تحطيم الأوزون خلال عدة عمليات كيميائية ؛ وينتج عن ذلك أكثر من ٢٠٠ مادة . ويلعب الأكسجين والهيدروجين والكلور ومركبات النتروجين دورا هاما فى هذه التفاعلات . ونتيجة للأنشطة الإنسانية تنتج بعض المركبات التى تؤثر تأثيراً مباشراً فى بقايا الأوزون ؛ حيث يتغير تركيز الأوزون فى الهواء الجوى ، أو فى طبقة الأوزون . ولقد أكدت البحوث أن مادة الكلوروفلوروكربون ومادة ثلاثى كلوريد الكربون ومادة ميثيل الكلوروفورم كل هذه المواد تحلل عن طريق الأشعة فوق البنفسجية .



شكل (١٢) : طبقات الجو العليا ، طبقة التروبوسفير وطبقة الأستراتوسفير المحتوية على طبقة الأوزون ثم طبقة الميزوسفير .

وينتج عن ذلك انفراد ذرات كلور التى تعمل كمادة لتحطيم الأوزون . ويبلغ تركيزمادة الكلورفلوروكربون فى البيئة عام ١٩٨٥ ٢٣٠جزءاً فى الترليون، بينما كان تركيز مادة ثلاثى كلوريد الكربون فى نفس العام ٤٠٠ جزء فى الترليون . ويبلغ تركيز ميثيل كلورفورم ١٢٥ جزءاً فى الترليون من العام نفسه . وعادة .. تتم التفاعلات فى ارتفاعات أقل من ٣٠ كيلومترا وقد يؤدى إنتاج غاز البروم إلى تكسير طبقة الأوزون : فعلى سبيل المثال إرتفع تركيز بروميد الميثيل خمس مرات منذ عام ١٩٧٢ . وتؤدى زيادة استخدام غاز بروموفلور وكربون والمستخدم فى مكافحة الحرائق إلى زيادة نسبتة فى الجو ؛ حيث ارتفع تركيزة ١٠٪ خلال المدة عام ١٩٧٨ وحتى ١٩٨٣.

وبزيادة تركيز الكلوريد وأكاسيد النتروجين والبروميد من ٠٢ر جزءاً فى البليون الى ١ر جزءاً فى المليون سوف يؤدى ذلك إلى نقص فى كمية الأوزون ٤٪ . وعند تركيز كلورين يصل إلى ١٦ جزءاً فى المليون سيصاحب ذلك نقص فى الأوزون يعادل ١٨ - ٤٣٪ . وإذا زاد تركيز البروميد من ٠٢ر - ١ر جزءاً فى البليون سيقل الأوزون بنفس النسبة .

لقد دلت نتائج البحوث فى الوقت الحاضر على أن هناك نقصاً يعادل ٤٠٪ من كمية الأوزون فى طبقة الأستراتوسفير السفلية ، والممتدة من ١٥-٢٠ كيلومتراً وعادة يحدث هذا النقص الخطير فى شهرى أغسطس وسبتمبر ، ويبقى ثابتا خلال أكتوبر ، ثم يعود مرة أخرى إلى طبيعتة فى شهر نوفمبر . ولقد دلت نتائج البحوث على أن نقص الأوزون بنسبة ١٪ فى الغلاف الجوى يعنى فى الحقيقة زيادة فى كمية الأشعة فوق البنفسيجية المارة خلال الغلاف الجوى بنسبة ٢٪ ، والمعروفة بضررها الشديد على الحياة والإنسان وصحته .

كما أن نقص الأوزون فى طبقة الأستراتوسفير وزيادته فى الغلاف الهوائى التروبوسفير يعنى فى الحقيقة تغييراً كبيراً فى مناخ الكرة الأرضية؛ حيث سيؤدى ذلك إلى رفع درجة حرارة طبقة التروبوسفير ، وهو ما يعبر عنه بتأثير الصوبة .

الكارثة الصامتة

يمكن أن يطلق العلماء على مشكلة تلوث الهواء فى حلوان وطرة والإسكندرية "الكارثة الصامتة" ؛ حيث يفبث باستمرار ، ودون توقف كميات هائلة من الغازات - سواء ثانى أكسيد الكربون ، أم أول أكسيد الكربون ، أم أكسيد الكبريت وأكاسيد النتروجين ، أم الدهيدات ، أم الكيتونات ، أم أتربة ، أم مشتقات أسمنتية ، أم مواد قلوية - بكميات تزيد يوميا على ٢٠٠ طن وبمعدل ثابت ؛ فهى مصدر دائم للملوثات ، ومصدر تلوث دائم للفرد وللإنسان والحيوان والنبات.

المصانع تستعمل السماء مقبرة للغازات والأدخنة والأتربة

كانت البيئة - لعهد قريب - تؤثر على الإنسان ومحيطه الحيوى ، وكانت تسبب له مخاطر كبيرة عن طريق الأمطار والسيول والزوابع والبراكين وغير ذلك ، إلا أنه بعد دخول الإنسان عصر الزراعة وعصر الصناعة بدأ الإنسان يؤثر فى البيئة التى يعيش فيها ، وبدأ يتأثر هو بما جننت يداه . ولقد واكب التقدم الزراعى والصناعى بعد الثورة زيادة هائلة فى عدد المصانع ، وزيادة كبيرة فى الإنتاج ، كانت بمثابة طفرة اهتمت الدولة فيها

بزيادة الإنتاج دون أن تبدى أى اهتمام ، أو أيدت اهتماما بسيطا للآثار الجانبية لهذه المصانع على تلوث الهواء أو الماء أو التربة أو المواد الغذائية.

وسنحاول هنا أن نلقى الضوء على مثل هذه المشكلة التى تتكرر فى أكثر من مكان موضحين فيها مقدار الضرر والآثار الجانبية الخطيرة الناتجة عن هذا الضرر ، خاصة فى مجال تلوث الهواء ، فعلى سبيل المثال لو أخذنا مصنعاً واحداً كبيراً فى محافظة القاهرة ، وتتبعنا ما يمكن أن ينتجه هذا المصنع نجد أن هذا المصنع الواحد يستعمل يوميا وقوداً بمعدل حوالى ٨٠٠ طن يوميا ؛ وبالتالى يبلغ ما يمكن أن ينتجة المصنع الواحد فى الجو ٩ر طناً ألدهيدات ، و٨ر٥ طناً من أول أكسيد الكربون ، ١٣ طناً هيدركربونات ، ٢١٫٣ طناً أكاسيد نتروجينية ، و٨ر٣ طناً من أكاسيد كبريت ، ٩ر٢ طناً أحماض عضوية يوميا ؛ أى إن المصنع الواحد يبث فى الجو سنويا ٣٢٤ طناً ألدهيدات ، و٢٠٨٨ طناً من أول أكسيد الكربون ، و٤٦٨٠٠ طن هيدروكربونات ، ٧٦٦٨ طناً من أكاسيد نتروجينية ، و١٣٦٨ طناً من أكاسيد كبريت ، و١٠٤٤ طناً من الأحماض العضوية .

إن المصنع الواحد يبث فى هذه المقلب ١٠٨٠٠٠ طن أتربة ، ومركبات أسمنتية ؛ مثل سليكات ثنائى الكالسيوم ، وسليكات ثلاثى الكالسيوم وألومنيات ثلاثى الكالسيوم ، وألومنيوفيريت رباعى الكالسيوم ، هذا بالإضافة إلى كثير من القلويات وأكاسيد المعادن .

مقبرة الأتربة والغازات والأدخنة تلوث مياة الآمطار

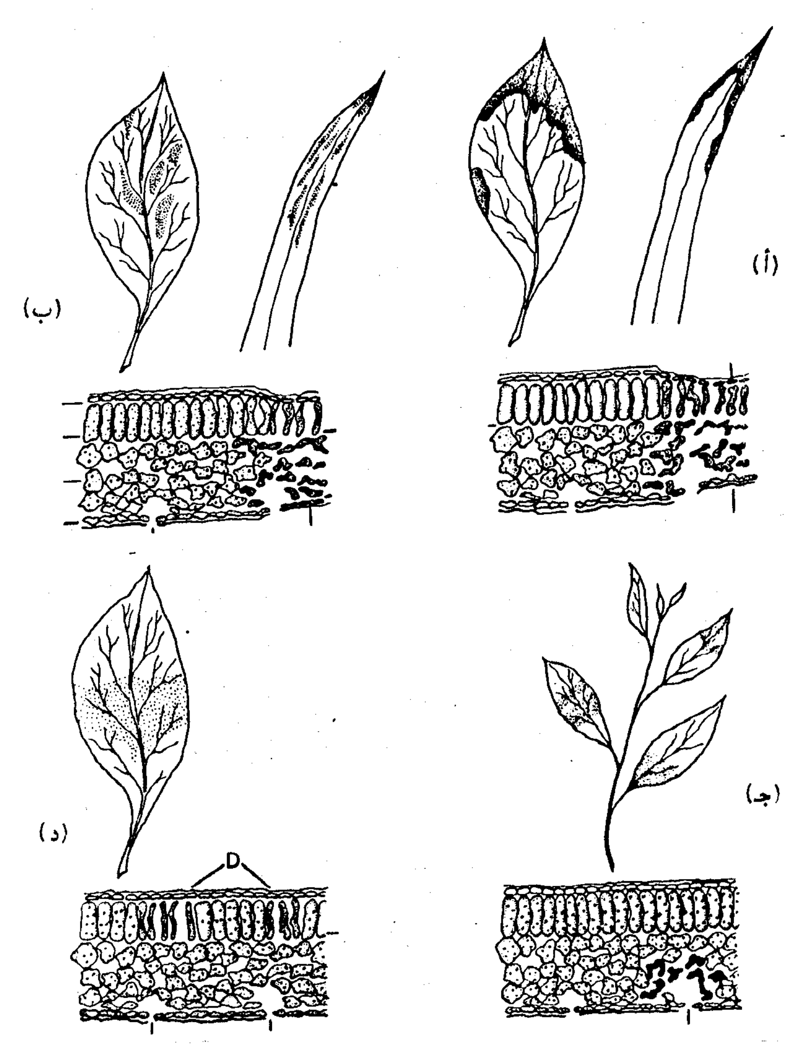
إلى عهد قريب كانت مياةهاالأمطار أنقى المياه وأعذبها ، وكانت كثير

من الدول تعتمد عليها فى عمليات الشرب ، خاصة إذا علمنا أن كمية المياه المخزونة فى الهواء فى صورة بخار الماء وضباب وأمطار تعادل ٥٠٠ بليون (مليون مليون) طن ؛ أى ما يعادل عشر ما هو موجود على الأرض من مياه .

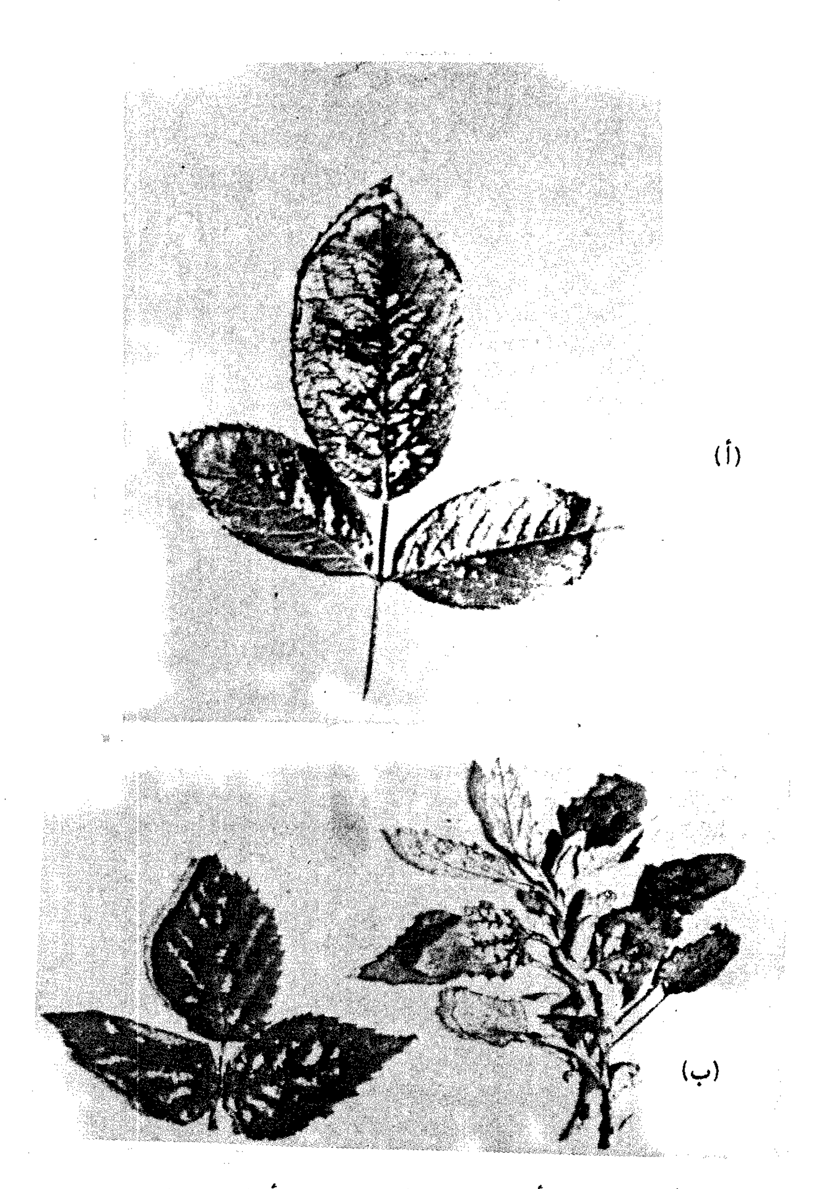
ولقد أثار انتباه العلماء منذ سنوات موت بقاع كثيرة من الغابات ، وظهور علامات التسمم على بعض الأشجار فور سقوط الأمطار ، خاصة فى ألمانيا وفرنسا وانجلترا وأمريكا وكندا ، وبدأ العلماء يبحثون عن المشكلة وأسبابها ، واتضح لهم أن مياه الأمطار قد تلوثت بكميات هائلة من الأحماض ، حتى أن درجة تركيز أيون الأيدروجين (الحموضة) قد وصلت إلى اكثر من ٢ر٤ ؛ مما يؤثر تأثيراً مباشراً على فسيولوجيا النبات والخلية ، ويسبب أضراراً حروقاً فى أطراف الأوراق والنموات الحديثة شكل رقم (١٣، ١٤) ، وقد يؤدى إلى موت الشجرة أو النبات كاملا شكل رقم (١٥) . وازدادت المشكلة تعقيدا عندما فوجئ العلم بعلماء انجلترا وكندا يوضحون أن مياه الأمطار قد احتوت على تركيزات من مبيدات لم تستعمل فى انجلترا وكندا ، أاتقلت من أماكن بعيدة لتسقط فى كل من انجلترا وكندا.

وفى تحليل دقيق لمياه الأمطار فى مصر اتضحت الحقائق الخطيرة التالية:

١ - أنه بتحليل عينات من مياه الأمطار فى كل من القاهرة والقليوبية والإسكندرية والإسماعلية كانت الحموضة فى هذه المياه تتراوح من ٨ر٦ - ٢ر٥ ، وهى تعتبر حموضة عالية .



شكل (١٣) : الأثر المباشر لبعض الملوثات على الأوراق وعلى الخلايا النباتية
(أ) تأثير الفلوريد . (ب) تأثير ثانى أكسيد الكربون.
(جـ) تأثير الأدخنة . (د) تأثير الأوزون .



شكل (١٤) : تأثير الملوثات على حرق حواف أوراق نبات البرسيم .
(أ) على موت القمم النامية .
(ب) على أوراق نبات الشليك .



شكل (١٥) : التأثير المباشر للملوثات على موت الأشجار .

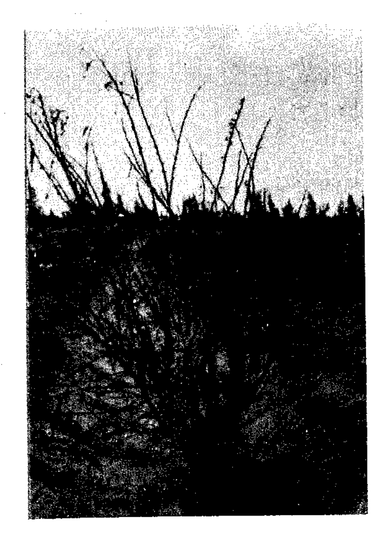
٢ - بعملية إحصائية قدرت كمية الأمطار التى سقطت فى محافظة الإسماعلية والإسكندرية والقليوبية والقاهرة بـ ٩٠٣٠٠ مليون لتر / الكيلو متر المربع ، ٢١٢٢٠٠ مليون لتر /الكيلومتر المربع ، و٤١٩٠٠ مليون لتر / الكيلومتر المربع و٣٩٣٠٠ مليون لتر/الكيلومتر المربع على التوالى ، وقدرت كمية الأحماض المتساقطة على نفس المحافظات بمقدار ٨١ر٣طن / كم مربع ، و٨٧ر١٠ طن /كم٢ ، ٨٨ر١ طن كم٢ ، ٤٥ر طن /كم٢ محسوبة على أساس حامض كبريتيك فى المحافظات السابقة على التوالى .

٣ - تتساقط مع الأحماض كميات من بقايا المبيدات ؛ فلقد أثبتت التحاليل الدقيقة أن مياه الأمطار قد احتوت على تركيزات من بقايا المبيدات، خاصة الـ د.د.ت واللندين .

٤ - تتساقط مع الأمطار كميات هائلة من المواد الصلبة والأتربة ، تراوحت من ٤ر٢٣ - ٦ر٥٤ جرام / لكل متر مكعب من المياه .

٥ - احتوت المياه المتساقطة فى صورة أمطار على عديد من العناصر؛ مثل الحديد والمنجنيز والكادميوم والزنك والنحاس.

٦ - أدى سقوط الأمطار فى مصر إلى ظهور آثار تسمم على النباتات، خاصة المناطق الصحراوية ؛ حيث ذبلت أطراف النباتات وماتت معظم أطراف الأوراق الخضراء ونتج من ذلك نقص كبيرفى محاصيل الفول والطمماطم وأشجار الفاكهة خاصة البرتقال واليوسفى شكل رقم (١٦) .





شكل (١٦) : تأثير تساقط الأمطار الملوثة على أشجار المانجو والموالح .

الأمطار الحمضية وذقن أبو الهول

أعتقد أن الأمطار الحمضية - بما فيها من أحماض وصلت حموضتها إلى ٢ر٥ - تعتبر المسؤلة عن تآكل كثير من الأحجار التى خلفها قدماء المصريين وفى مقدمتها أحجار أبو الهول .

أن ذقن أبو الهول لا تمسها المياه الأرضية والصرف الصحى كما يقول المسؤولون من خبراء الآثار المصرية .

أن ذقن أبو الهول لا يمسها إلا الهواء الملوث بتركيزات عالية من ثانى وثالث أكسيد الكبريت . وفى وجود قطرات المياه تتحول هذه الغازات إلى حامض كبريتيك ، وتتآكل كربونات الكالسيوم (الحجر الجيرى) ، الذى يتكون منه تمثال أبو الهول وغيره من الآثار .

الأمطار الحمضية والألوان الموجودة على الآثار المصرية

سوف تفقد مصر أغلى كنوزها التى خلفها أجدادنا منذ آلاف السنين وكانت إلى عهد قريب زاهية الألون غير متآكلة ؛ بسبب تلوث الهواء بتركيزات عالية من أكاسيد الرصاص ، وثانى أكسيد الكبريت ، وثالث أكسيد الكبريت ، وكلها مواد كيماوية قادرة على التفاعل مع مكونات الألوان التى رُسمت بها كثير من الآثار المصرية ، والتى أجمع علماء الآثار فى مصر والعالم على أنها ستتلاشى تماما قبل عام ٢٠٠٠ ؛ حيث تنتهى ملامح هذه الآثار التى ظلت تهز الدنيا باحتفاظها برونقها وجمالها ورقتها عبر الآف السنين ؛ والسبب تلوث الهواء ، والسبب الثانى سقوط الأمطار

الحمضية التى تتفاعل مباشرة مع الأحجار (كربونات الكالسيوم) ؛ فتزول طبقة أو طبقات بالتفاعل الكيماوى ، وتزول معها ألوان ونقوش صمدت الآف السنين ، وتندثر خلال عشرات السنين بسبب تلوث البيئة .

العوامل المؤثرة على توزيع ملوثات الهواء

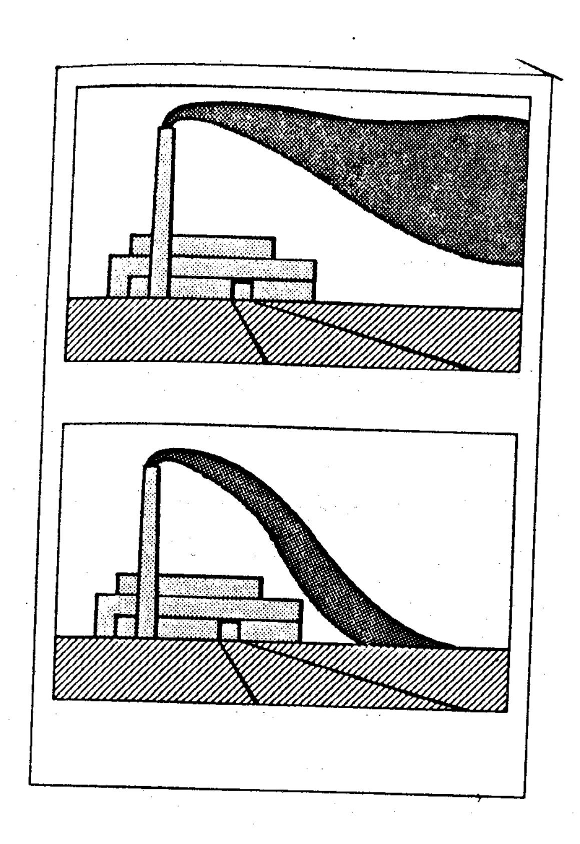
تلعب العوامل التالية دورا هاما فى توزيع ملوثات الهواء من مكان إلى آخر .

١ - الرياح

يعتبر كل من اتجاه الرياح وسرعتها من العوامل الهامة فى توزيع الأدخنة والمواد الضارة الناتجة من نشاط الإنسان . وتعمل الرياح بطريق غير مباشر على تخفيف درجة التلوث للمواد الملوثة فى مكان ما . وعادة ما يكون اتجاه الملوثات فى اتجاه الرياح ؛ لذلك قد تتلوث بقعة بتأثير الرياح ، ولا تتلوث بقعات أخرى فى نفس المكان . وقد تحمى الغابات الأماكن المنخفضة من التلوث ؛ حيث يعمل كستار يحميها شكل رقم (١٧).

٢ - سرعة الرياح

كلما زادت سرعة الرياح وتخفيف الملوثات كلما زاد اتساع الرقعة الملوثة، ويمكن للرياح نقل الملوثات من بلاد إلى أخرى ؛ كما حدث فى حالة السحابة النووية الناتجة من المفاعل النووى السوفيتى . وعلى سطح الأرض تكون سرعة الرياح أبطأ وأضعف ؛ وبالتالى يقل تأثيرها على الأرض فى توزيع الملوثات . وكلما قلت سرعة الرياح بقيت الملوثات فى أماكنها ، وقل



شكل (١٧) : تأثير سرعة الهواء على تحريك الملوثات :
(أ) رياح خفيفة . (ب) رياح قوية .

انتشارها كما تؤدى الدوامات دورها فى الحد من انتشار التلوث .

٣ - ضغط الهواء ودرجة الحرارة :

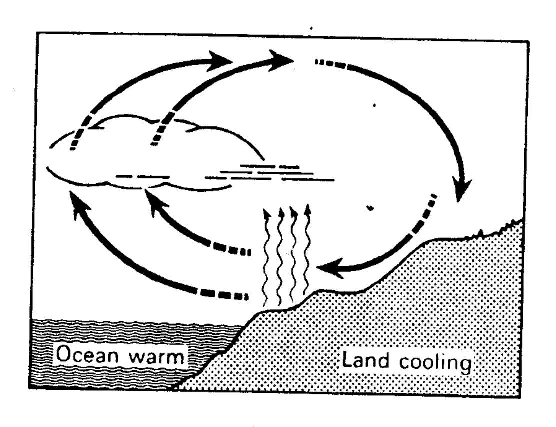
وفى مستوى البحر فإن ضغط الهواء يكون فى المتوسط ١٤٫٧ رطلاً / بوصة مربعة ، أو ٢٢٫٧٨٥ رطلاً / المتر المربع ، وعلى ارتفاع ١٨٫٠٠٠ قدم (٥ر ٥ كيلو متراً) فوق سطح البحر يكون الضغط حوالى الضعف .

وعادة تكون درجة حرارة الهواء قرب سطح التربة أعلى من المناطق العليا ، وكلما ارتفع الهواء ١٠٠٠ قدم نقصت درجة الحرارة ٥٫٤° فهرنهيت (أو درجة واحدة مئوية لكل ١٥٠ متراً) .

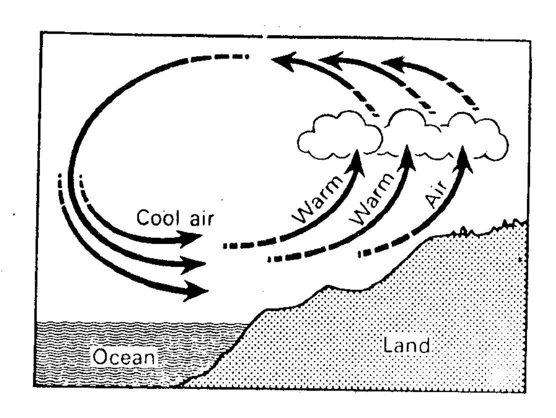
هذا وقد تحدث حالة عكسية ؛ حيث تزداد درجة الحرارة كلما ارتفعنا فى الجو ؛ وهذا يؤدى إلى تراكم الملوثات قرب سطح التربة ، ويعتمد ذلك على درجة حرارة أشعة الشمس ، ودرجة الحرارة الناتجة من سطح الأرض والرياح.

٤ - طوبغرافية الأرض

تلعب طوبغرافية الأرض دورا هاما فى حركة الملوثات ، فإذا كان مصدر الملوثات فى منطقة يحدّها جبال أو تلال .. فإن ذلك يحدّ من حركة الملوثات؛ حيث تتراكم فى المنطقةتركيزات من الملوثات ، وإذا تواجد أحد الأنهار أو إحدى البحيرات أو أحد البحار أو المحيطات .. فإن حركة الهواء تلعب دورا هاما فى حركة الملوثات ؛ وذلك بتأثير درجة حرارة الشمس وحركة تيارات الهواء الباردة والساخنة كما هو واضح فى الشكل التالى رقم (١٨ ، ١٩).



شكل (١٨) : حركة الهواء أثناء وجود عوائق نهاراً .



شكل (١٩) : حركة الهواء أثناء وجود عوائق ليلاً .

٥ - الترسيب

تعدّ عملية الترسيب من أهم المؤثرات على تنظيف الجو ، ويتم الترسيب عادة عن طريق هطول الأمطار.

وفى المناطق الصناعية - حيث تتكون الغيوم الناتجة من عادم المصانع المحملة بالرصاص الناتج من حرق الجازولين - فإن تفاعل الرصاص واليود يكوّن نواة ، تتراكم حولها قطرات الثلج ، التى تصل أقطارها فى هذه الحالة إلى ٠٠٠ر١٠٠ مرة قدر الأحجام العادية من قطرات الثلج غير الملوث ، وهذا نوع من أنواع الترسيب الطبيعى . كما تلعب المحتويات الطبيعية لأجزاء الملوثات دورا هاما فى توزيعها وأنتشارها.

أ - حجم جزئات الموثات

فالمعروف أنه كلما كانت الحبيبات صغيرة تعذر ترسيبها على الأرض . وتعتبر الحبيبات التى تزيد قطرها على ١٠ ميكرونات قابلة للترسيب على الأرض ، وبالتالى لا تحمل لمسافات طويلة . والمعروف أن الحبيبات من ١ - ١٠ ميكرون فى الحجم يمكن ترسيبها من الهواء عن طريق الأبنية أو الأشجار أو بعض المعوقات ، كذلك تعمل مياه الأمطار على ترسيب هذه الجزيئات خاصة ذات القطر الأقل من ميكرونين . أما الحبيبات التى أقطارها من ١ر - ١ ميكروناً .. فيتم التخلص منها عن طريق التجمع فى حالة سكون الهواء ويمتنع ذلك كلما زادت سرعة الهواء . أما الجزئيات التى يقل قطرها عن ١ر ميكروناً .. فإنها تسلك سلوك الغازات ك حيث تتحرك دائما مع الهواء .

ب - الرطوبة

فى التفاعل بين الغازات والجزئيات يلعب بخار الماء دورا هاما ؛ ففى حالة وجود غازات الأمونيا وحامض الكبريتيك وفى وجود الرطوبة بالنسبة العالية تتكون سلفات الأمونيوم .

جـ - شكل سطح الحبيبات

فيلعب شكل سطح الحبيبات دورا هاما فى انتقالها ؛ فكلما كان سطحها خشناً .. زادت فرصة انتقالها من مكان إلى أخر .

د - وزن الحبيبات

كلما زاد وزن الحبيبات كانت الفرصة مهيئة أكثر للسقوط السريع ، وكلما خف الوزن كانت فرصتها فى الانتقال من مكان إلى آخر بطريق أسرع .

كيفية تمييز الملوثات

التمييز عن طريق الرائحة Odors

يمكن التمييز بين بعض الملوثات عن طريق الرائحة . ولعل الذى يمر على القرى أثناء عمليات الرش بالمبيدات ليستطيع التمييز بين المناطق المرشوشة وغير المرشوشة .

وقد تكون الرائحة غير سامة ، وقد تكون سامة وقد يختلف شخصان فى

التمييز بين رائحة واحدة ؛ حيث يعتمد ذلك على مدى حساسية كل منهم للرائحة . هذا وقد تختلف الرائحة عندما تُخلط مادتان ذواتا رائحتين مختلفتين ، وقد تحدث الرائحة طبيعيا ؛ نتيجة للنشاط الطبيعى للتخمر بالبكتيريا ، أو نتيجة للتحليل الطبيعى لبعض المواد العضوية النباتية والحيوانية ، وكذلك الرائحة التى تخرج من الطحالب البحرية .

وتخرج من المنازل عديد من الروائح الناتجة عن استخدام المنظفات والمطهرات ، أو نواتج إخراج الإنسان ، أو رائحة الأسماك والأطعمة والفورمالدهيد ومواد الطلاء ومواد تلميع الموبيليات والجازولين والزيوت والروائح العطرية والكاوتشوك ، وجزئيات ورائحة الفحم والمواد الناتجة من التمباك والدخان .

وتزداد الروائح حول المصانع التى تقوم بتكرير البترول والغازات الطبيعية وصناعة الكيماويات والمبيدات وصناعة الورق ومصانع المعادن والأسمنت والأسمدة ومصانع الأغذية وغيرها .

وتنشأ الروائح من المواد الملوثة التى تخرج من المصانع التى سبق ذكرها سابقا ، وهى المسئولة عن الرائحة المميزة لكل مجموعة من المصانع ، أو كل مصنع على حدة .

الفصل الخامس

تأثير الملوثات

التأثير على المواد غير الحية

قد تؤثر الملوثات على أشياء خاصة ؛ فمثلا يؤثر ثانى أكسيد الكربون على حجارة المساكن والمبانى التى تبنى من الحجر الجيرى ؛ حيث يسبب تفتتها أما أكاسيد الكبريت فتؤثر على الأبنية المحتوية على الألمونيوم ؛ حيث تتكون بودرة من سلفات الألومنيوم ؛ وعلى الأجزاء النحاسية ؛ حيث يتكون الغلاف المخضر من سلفات النحاس . هذا ويؤثر كبريتيد الأيدروجين فى المدن الصناعية على لون المبانى ؛ حيث يحولها إلى لون رمادى مسود ؛ نتيجة لتكوين كبريتيد الرصاص ، ويؤثر فلوريد الأيدروجين على الأجزاء المعدنية والزجاج ، وحيث يؤثر فى سرعة استهلاك هذه المواد.

فبينما يلعب الأوزون دورا هاما وخطيراً فى احداث شقوق فى الكاوتشوك ومنتجات الكاوتشوك ، كما يؤثر الأوزون على بعض المنسوجات. أما الكربون - وهو المادة الصلبة التى تخرج مع الحريق - فهو

المسؤول عن تغطية الأسطح باللون الأسود.

النباتات إحدى وسائل اختبار مدى التلوث البيئى

تعتبر النباتات الخضراء من أهم الوسائل لمعرفة مدى تلوث البيئة . ولعل أقرب الأمثلة على ذلك النباتات الخضراء التى تتواجد فى الشوارع أثناء سير السيارات ، حيث تبقى مغلفة بطبقة من نواتج عادم السيارات ، ويبدو عليها اصفرار الأوراق وقلة النمو ، وتموت أجزاء كبيرة منها .

وقد تستخدم النباتات فى بعض الحالات كوسيلة من وسائل الاختبار ؛ حيث تزرع النباتات الحسّاسة للملوثات ؛ مثل نبات الدخان ، وبعض أنواع البقوليات ؛ لاختبار مدى تلوث الهواء ببعض المركبات السامة ؛ مثل الأوزون فى حالة نبات الدخان ، ومركب بيروكسى أسيتيل نيترات PAN فى حالة البقوليات ، واستخدام نبات الجلاديولس والتيوليب للملوثات من الفلوريدات ، والبرسيم لثانى أكسيد الكبريت . هذا وقد تستخدم بعض أوراق النباتات التى يتم تعريضها داخل موديلات اختبار ، تتكون من حجرات خاصة ، ويتم تمرير الهواء الملوث بها كمواد لاختبار مدى التلوث ؛ فيستعمل – على سبيل المثال – الجلاديولس ، والتيوليب ، والليليه كنباتات اختبار ؛ حيث تقدر مساحات الأوراق التى حدثت بها أضرار .

وعادة تصل الملوثات إلى النباتات بإحدى طريقتين ، إما عن طريق الأجزاء الخضرية على سطح التربة ، وإما من خلال جذور النبات ؛ لتصل إلى جميع أجزاء النبات .

وتتلخص مظاهر تأثير هذه الملوثات على النباتات فى تكسير وموت بعض الخلايا فى الأوراق ، شكل رقم (١٣) وإحداث التسوّس فى الخلايا البرانشيمية ، شكل رقم (١٣) وكذلك حدوث تغير فى لون الأوراق إلى اللون الأصفر ، مع ظهور بقع بنية فاتحة أو بنية قاتمة من الخلايا الميتة (شكل رقم (١٤ أ ، ١٤ ب) .

وعادة تدخل الملوثات أيضا عن طريق الثغور التنفسية ، والتى تكون مفتوحة نهاراً و مغلقة ليلا .

مظاهر الإصابة

تعتبرالرطوبة النسبية أهم العوامل المسئولة عن امتصاص الملواثات عن طريق الثغور التنفسية . وعادة تقوم هذة الملوثات بتحطيم وإصابة الخلايا القريبة من هذة الثغور .

هذا .. وتؤدى الملوثات - نتيجة لتأثيرها على فسيولوجية النبات - إلى قصر ، ونمو غير طبيعى للنباتات ، واصفرارها ، وسقوط أزهارها ، وقلة محصولها، ورداءة المحصول .

هذا والمعروف أن النباتات الصغيرة تعتبر أشد حساسية للملوثات من النباتات الكبيرة السن ، كما أن بعض النباتات مثل الجلاديولس والتيوليب تعتبر أشد حساسية من نباتات أخرى ، ويختلف النبات نفسه من حيث تأثره ببعض المركبات المختلفة .

هذا .. وقد تتداخل مظاهر الضرر الناتج من الملوثات مع مظهر الضرر

الناتج من الحشرات والبكتيريا والفطر والفيروسات . فعلى سبيل المثال . . يتدخل مظهر الإصابة بالفيروس مع مظهر الضرر الناتج من الأوزون .

أهم مظاهر الضرر الناجمة عن بعض المركبات

الفلوريدات

وهى تعتبر من أهم المواد الكيماوية التى تؤثر على النباتات ؛ حيث إن لهذه المواد القدرة على المرور إلي جميع أجزاء النبات من القاعدة إلي القمة. وتؤثر هذه المواد مباشرة علي الخلية مسببة جفافها وتحولها إلى لون بنى . ويبدو واضحاً الفرق بين الخلايا المصابة وغير المصابة . ويظهر تأثير فلوريد الأيدروجين على أوراق الجلاديولس إذا تواجد في الهواء بتركيز جزىء واحد في البليون شكل رقم (١٣) .

ويتسبب هذا المركب فى تساقط نسبة كبيرة من الأوراق . أما عن تأثيره على أشجار الفاكهة . . فإن هذه المركبات تسبب انكماش الورقة لتصبح شكل الملعقة أو المركب ، بالإضافة إلى أن النباتات التى تتعرض لمثل هذه المركبات تصفر حروف أوراقها ، بالإضافة إلي تأثر القمم النامية فيها .

أكاسيد الكبريت

فإنها تسبب موت النباتات وجفافها خصوصاً فى المنطقة بين العروق ؛ حيث تأخذ اللون الفضى ، وتحمر الأوراق نوعا ، خصوصا فى قمة الأشواك الموجودة على النباتات . وعادة ما تظهر بقع ميتة فى الأوراق ناتجة من

موت الخلايا.

المؤكسدات

فعادة ما تتراكم فى الخلايا البرانشيمية حول الثغور التنفسية ، وتبدو الأوراق متغيرة اللون ؛ حيث تكون مائلة إلى اللون الأبيض المصدأ . وتتواجد بقع بنية فى الأوراق ، وقد تأخذ الأوراق اللون البرونزى ، وتشابه فى مظاهر ضررها - إلى حد ما - أكاسيد الكبريت .

غاز الكلور

وهذا أشّد سمية من ثانى أكسيد الكبريت ثلاث مرات . وتظهر الاضرار فى صورة بقع بنية ميته بين العروق فى النباتات البقولية ، خاصة عند منتصف الورقة . وفى نباتات الطماطم والدخان والخيار . ويبدو الضرر على صورة مساحات من الأوراق بها نخر وتسوّس ، ويبدو اللون الأصفر فى المساحات بين العروق فقط .

تأثير ثانى أكسيد الكربون على المناخ العالى

لقد اهتم العلماء - فى جميع أنحاء العالم - بدراسة تأثير تركيز ثانى أكسيد الكربون فى الجو ، خاصة ثانى أكسيد الكربون الناتج عن النشاط الإنسانى ، سواء عن طريق حرق الفحم والخشب والزيوت وغيرها ، أم عن طريق قطع الغابات .

وقد اتضح من البحوث أن ثانى أكسيد الكربون قد زاد حوالى ١٥٪

عما كان عليه فى القرن الماضى .

ويتوقع العلماء أن ارتفاع نسبة أكسيد ثانى الكربون سوف يسبب ارتفاع درجة الحرارة فى الكرة الأرضية ؛ مما يؤثر بطريق مباشر وغير مباشر على التغيرات المناخية ؛ حيث يكون ثانى أكسيد الكربون بمثابة شبكة فى اتجاه واحد ؛ فهو ينفذ الأشعة المرئية التى تحتوى على معظم الطاقة الشمسية المسؤولة عن تدفئة المحيطات والأرض ، وفى نفس الوقت يقوم جزىء ثانى أكسيد الكربون فى الجو بامتصاص الطاقة ، وإعادة بثها مرة أخرى إلى الجو . فعلى سبيل المثال إذا افترضنا عدم وجود ثانى أكسيد الكربون إطلاقا فى الجو .. فإن الحرارة ستفقد بسرعة من التربة .

والمعروف أن درجة حرارة الجو ناتجة عن التوازن بين درجة حرارة الجو وبين درجة حرارة التربة والمياه فى المحيطات . كما أن هناك كمية كبيرة من الطاقة تخرج أثناء ثورة البراكين وأثناء الحقبة الجيولوجية السابقة ، وقد خرجت مع البراكين كميات هائلة من ثانى أكسيد الكربون ؛ حيث تحولت إلى كربونات كالسيوم و كربونات مغنسيوم ، أو تحولت إلى مواد عضوية . وتقدر كمية الكربون الموجودة فى الرواسب الكربونية تحت الأرض بحوالى "٥٠" مليون جيجاتون (الجيجاتون = بليون طن) . بينما قدر الكربون فى المواد العضوية بحوالى "٢٠" مليون جيجاتون . وهذه الـ ٢٠ جيجاتون من الكربون تعتبر أكثر من ٢,٠٠٠ مرة مما هو موجود فى المحيطات والمحيط الجوى .

وهناك حقيقة مقتضاها أن معظم الكربون فى طبقات الأرض السطحية مر فى جو الكرة الأرضية تم ترسيبة مرة أخرى فى مكونات التربة ،وهو يؤثر

تأثيراً مباشراً على حرارة الأرض .

فعلى سبيل المثال .. فى كوكب فينوس - الذى لا يحوى محيطات - يحتوى الجو على ثانى أكسيد الكربون فقط ؛ حيث نجد أن درجة الحرارة على سطح قشرته ٥٠٠° مئوية . منذ حوالى ١٠٠ سنة قام العالم السويدى "أسفانت ارهينيوس " والعالم الأمريكى " توماس كاميرلين " بدراسة تأثير ثانى أكسيد الكربون فى الجو على درجة حرارة الكرة الأرضية .

ولقد اكتشف العلماء أنه بزيادة تركيز ثانى أكسيد الكربون إلى الضعف سترتفع درجة حرارة الكرة الأرضية .

وبالرغم من أن المحيطات تستوعب ثانى أكسيد الكربون ٦٠ مرة أكثر من الجو .. فإنه مازال هناك اتجاه إلى زيادة ثانى أكسيد الكربون فى الجو. وعادة .. قد يتحول ثانى أكسيد الكربون فى مياه المحيطات إلى كربونات وبيكربونات فى صورة أيونية ، بينما تتواجد نسبة قليلة جدا فى صورة ثانى أكسيد الكربون .

وعادة .. يتم التبادل الغازى بين المحيطات والجو لعمق ٨٠ متراً فقط فى المحيطات . وعادة ما تتراوح نسبة ثانى أكسيد الكربون فى هذه الطبقة بين ٦ فى الجو إلى (١) فى الماء .

ولقد لاحظ العلماء أن متوسط درجة الحرارة قد ارتفعت فى المدة من ١٨٨٠ إلى ١٩٨٠ خمس درجات .

ولقد أوضحت الدراسات بالموديلات الحسابية أن مناخ العالم - خاصة

درجات الحرارة - سوف يتغير نتيجة لذلك .

هذا والمعروف أن ثانى أكسيد الكربون يحافظ على حرارة الأرض التى تكتسبها من الشمس ، حيث يعمل كشبكة من جانب واحد لحفظ الحرارة ؛ وبلتالى يمكن للشمس أن تقوم بتسخين كل من المحيطات والبحار ، وفى نفس الوقت تعمل جزيئات ثانى أكسيد الكربون على امتصاص الحرارة ، وإعادة إصدراها مرة أخرى فى الجو من على سطح الأرض .

فإذا فرض عدم وجود ثانى أكسيد الكربون على الإطلاق .. فسوف تتجمد البحار والمحيطات والأرض . وفى العصر الچيولوچى خرجت كميات هائلة من ثانى أكسيد الكربون عن طريق البراكين ، ولكنها تحولت إلى كربونات كالسيوم وكربونات مغنسيوم إلى مواد عضوية . وقد قدرت هذه الكمية من الكربونات بـ "٥٠" مليون جيجاتون (الجيجاتون = بليون طن)، وتكونت أيضا ترسيبات عضوية ، تقدر بـ ٢٠ بليون جيجاتون .

وتعتبر هذه الكمية (٧٠ جيجاتون) أكثر من ٢٠٠٠ مرة قدر الكربون الموجود فى جو الكرة الأرضية ، سواء فى المحيطات ، أم فى الجو ، أم فى المحيط الجوى ؛ حيث قدرت محتوياتها بـ "٧٢" ألف جيجاتون فقط .

ويحتوى الجو من هذه الكمية على ٧٠٠ جيجاتون فقط . وفى كوكب فينوس - حيث لا توجد محيطات - يحتوى الهواء الجوى على ثانى أكسيد كربون فقط ؛ ولذلك فدرجة الحرارة ٥٠٠ درجة مئوية .

منذ حوالى ١٠٠ عام تمكن أحد العلماء السويديين وعالم أمريكى فى وقت واحد من تقدير ما يحدث لجو الكرة الأرضية إذا زاد تركيز ثانى

أكسيد الكربون فى الجو . ولقد قدر بعض العلماء تركيز ثانى أكسيد الكربون فى محطة مايونالو فى هاواى (والتى تعتبر إلى حد كبير غير ملوثة محليا). وقد وجد أن تركيز ثانى أكسيد الكربون قد ارتفع تركيزه من ٣١٥٫٨ جزيئاً فى المليون فى عام ١٩٥٩ إلى ٣٣٤.٦ جزيئاً فى المليون عام ١٩٦٨ بارتفاع قدره ٦٪ . ويعنى ارتفاع تركيز ثانى أكسيد الكربون ١٩ جزيئا فى المليون زيادة فى الكربون تعادل ٤٠ جيجاتون فى الجو خلال ال "١٩" سنة الماضية .

ولقد قدر بعض العلماء كمية ثانى أكسيد الكربون الخارج من حرق الفحم الحجرى منذ عام ١٨٦٠ إلى عام ١٩٥٨ بما يعادل ٧٦.٥ جيجاتون من الكربون . وفى نفس الوقت تم تقدير الكمية من ثانى أكسيد الكربون خلال الفترة من ١٨٦٠ حتى ١٩٧٧ ب "٤٨" جيجاتون ، وهى تعادل ٤٠ جزئيا من المليون من ثانى أكسيد الكربون . ولقد قدر بعض العلماء معدل ارتفاع درجة الحرارة للكرة الأرضية فى المدة من ١٨٨٠ إلى ١٩٨٠ بـ "٤" درجات ؛ وهذا يعنى ارتفاع درجة ثانى أكسيد الكربون فى الكرة الأرضية ٤٣ جزيئا فى البليون .

ولقد أوضحت الدرسات أنه برفع درجة تركيز ثانى أكسيد الكربون إلى الضعف سوف يؤدى ذلك إلى رفع درجة حرارة الكرة الأرضية ٩ درجات . وارتفاع درجة حرارة الكرة الأرضية يعنى تغير المناخ العام للكرة الأرضية ؛ حيث وجد العلماء أن حجم الثلج الموجود فوق مستوى سطح البحر يعادل مليونَىْ كليو متر مكعب من الثلج ، وأنه بأرتفاع درجة الحرارة سيذوب الثلج ؛ ويعنى ذلك ارتفاع مستوى الماء فى البحر ما بين ٥-٦ أمتار ؛ ومعنى ذلك غرق بلاد كثيرة فى العالم ، بالإضافة إلى حدوث كوارث فى

العالم ، وحدوث أعاصير وبراكين وحرائق فى الغابات وشقوق بالأرض وتحاريق .

يتسبب تلوث الهواء فى تغير المناخ المحلى والدولى ؛ حيث يؤدى إلى ظاهرة جو الصوبات .

وأهم الغازات التى تؤدى إلى هذه الظاهرة ثانى أكسيد الكربون والميثان والأوزون وأكاسيد النتروجين ، وبعض آثار من الغازات الأخرى التى لها القدرة على امتصاص حرارة الشمس وبثها للكرة الأرضية ، بينما تكون نفاذية هذه الحرارة من الأرض إلى الجو بطيئة جدا ؛ مما يؤدى إلى ارتفاع درجة حرارة كوكب الأرض ؛ حيث يتوقع خبراء الجو أن درجة الحرارة سوف ترتفع إلى ما بين ١-٧ درجات مئوية عام ٢٠٣٠ ، وسوف يؤدى ارتفاع درجة حرارة الكرة الأرضية ٥ درجات فقط إلى أن يصبح كوكب الأرض أكثر دفئا عن أى وقت خلال المليونَىْ سنة الماضية .

وسوف يؤدى إلى ارتفاع درجة حرارة أوربا وأمريكا الجنوبية ، بينما سترتفع ٥ درجات فى منطقة الصحارى ، وقد تزيد على ذلك فى أماكن أخرى .

إن عددالأيام التى تصل فيها درجة الحرارة إلى ٣٢° فى مدينة نيويورك سوف يزداد من ١٢ إلى ٨٤ يوماً ، بينما سيرتفع الرقم فى شيكاغو من ١٦ إلى ٥٦ يوماً ، وفى لوس أنجلوس من ٥ أيام إلى ٢٧ يوماً .

التأثير على المناخ المحلى

لا يمكن أن يؤكد أىٌّ من العلماء ما سوف يحدث للمناخ المحلى لدولة من الدول ، ولكن نتائج البحوث التى أجريت على موديلات بالكمبيوتر توضح أنه سوف تؤدى عملية رفع درجة حرارة الجو إلى زيادة الضباب والسحب ؛ وبالتالى قد يؤثر ذلك على كميات الأمطار الإقليمية ؛ وسوف يؤدى ارتفاع درجة حرارة الجو إلى تغير فى مناطق سقوط الأمطار ؛ حيث ستتغير أيضاً درجة رطوبة التربة صيفاً وشتاء ؛ نتيجة ارتفاع درجة حرارة الجو ، سواء فى أوربا أم فى الصحارى أم فى جنوب أمريكا . وسيؤدى فقد الرطوبة من التربة إلى قلة قدرتها الشديدة على امتصاص كميات أكبر من الماء ، وسيؤدى ذلك إلى فقد كمية من الرطوبة من التربة إلى الجو ، وسيؤدى ذلك إلى جفاف التربة .

التأثير على الأحياء المائية

نظراً لتساقط كميات كبيرة من المياه الحمضية فى أوربا كلها وجنوب أمريكا أصبحت الأحياء المائية مهددة بالانقراض .

إن نصف ال ٧٠٠٠٠٠ بحيرة فى ست من الولايات الشمالية من كندا أصبحت حساسة جداً للحموضة . وقد حدث الشىء نفسه فى الولايات المتحدة وهولندا وبلجيكا والدنمرك وألمانيا الغربية وإيطاليا ودول اسكندنافيا وإيرلندا . وأصبحت معظم البحيرات فى آسيا وأفريقيا وشمال أمريكا حساسة للحموضة . كما أن معظم التقارير العالمية توضح تأثر الكائنات النباتية الحيوانية والأسماك الموجودة فى هذه البحيرات الملوثة بهذه الملوثات؛

مما يؤثر على سلسلة الغذاء فى الماء ، ومما يزيد المشكلة تعقيداً وصول كثير من الملوثات مع المياه المنصرفة مع الأراضى ، والتى غالباً ما تحتوى على تركيز أعلي من المعادن ، خاصة الألومنيوم . ولو فرض أن نزول الأمطار الحمضية توقف . . فإن إعادة الحياة مرة أخرى إلى وضعها الطبيعى يحتاج إلي سنوات كثيرة .

التأثير علي تركيب المواد المختلفة فى البيئة

لقد أدى التلوث الشديد للهواء - اعتباراً من نصف القرن التاسع عشر ، والمتمثل فى زيادة الرطوبة والجفاف والحموضة وأنواع الملوثات المختلفة ، سواء أكاسيد الرصاص ، أم أكاسيد الكبريت ، أم أكاسيد النتروجين . . . إلخ - إلي تغير فى المواد الموجودة فى الطبيعة ؛ مثل الآثار والمبانى والإسفنج وورق الجرائد والمعادن والتماثيل والمبانى والنحر في الأحجار ، وتغيير الألوان ، وهذا الضرر الاقتصادى لا يقدر بثمن .

ارتفاع منسوب مياه البحر

سيؤدى ارتفاع درجة حرارة جو الكرة الأرضية إلى مزيد من الدفء ؛ وسيؤدى ذلك إلى تمدد المياه وذوبان الثلوج فى القطبين الجنوبى والشمالى ، وسيؤدى ذوبان الثلوج وتمدد مياه البحار إلى ارتفاع منسوبها إلي ما بين ٢٠ إلي ١٤٠ سم إذا ارتفعت درجة الحرارة إلى ١.٥ إلي ٤.٥ سم ، وسيؤدى رفع درجة الحرارة إلى ٣ درجات إلى ارتفاع منسوب البحر ٨٠ سم ، وسيؤدى ذلك إلى غرق كثير من الأراضى فى دول كثيرة ، وسيؤدى إلى تآكل فى الشواطىء ، وسيزيد من ملوحة الأنهار والترع ، وسيرفع منسوب

المياه الأرضية . وحيث إن ثلث سكان العالم يعيش علي مسافة لا تزيد علي ٦٠ كيلو متراً من السواحل . .فعلى سبيل المثال سيؤدى ارتفاع مياه البحر ٥٠ سم فى مصر إلى هجرة ١٦٪ من سكان مصر ، بينما تكون الحال فى بنجلاديش أسوأ ؛ حيث سيؤدى ارتفاع مياه البحر ٥٠ سم إلى تدمير ٢٨٪ من مساكن المواطنين .

تكوين ثقب الأوزون

تعتبر طبقة الأوزون الموجودة فى طبقة الأستراتوسفير هامة جدا فى تقليل كمية الأشعة فوق النفسجية المنبعثة من الشمس ، والتى تصل إلى سطح الأرض ، وتؤثر بطريق مباشر على الإنسان والنباتات والحيوانات البرية ، وكذلك على الأحياء المائية .

تأثير ثقب الأوزون على الإنسان

إن التأثير المباشر للأشعة فوق البنفسجية يكون على الجلد مباشرة وعلى الأغشية ، كما أن زيادة التعرض لهذه الأشعة يسبب سرطان الجلد والعمى وقلة المناعة فى الجسم ؛ وبالتالى سهولة التعرض للإصابة بالأمراض .

وعلى مستوى العالم .. يصاب ١٠٠٫٠٠٠ مواطن بسرطان الجلد كل عام . وتعتبر الأشعة فوق البنفسجية هى المسؤول الأول عن ذلك ويتوقع العلماء أنه كلما نقص الأوزون بنسبة ١٪ فإن ذلك سيؤدى إلى الإصابة بسرطان الجلد بزيادة قدرها ٢٪ .

تأثير ثقب الأوزون على النموات الخضرية

لم يكن - منذ خمسة عشر عاما - أحد يعرف شيئا عن تأثير الأشعة فوق البنفسجية على النبات . واليوم هناك أكثر من ٢٠٠ صنف من النباتات قد اختبرت من حيث تأثرها بالأشعة فوق البنفسجية . ولقد أظهرت ثلثا النباتات حساسيتها للأشعة فوق البنفسجية . ومن هذه النباتات الفاصوليا والفول والبطيخ والكرنب . وتقلل الأشعة فوق البنفسجية - عادة - من مساحة الأوراق ؛ وبالتالى تقلل من حجم الأوراق التى تقوم بعملية التمثيل الضوئى ؛ ومن ثم تؤدى إلى قلة الإنتاج . ولقد أثبتت بعض البحوث حساسية هذه النباتات للآفات والحشائش والأمراض . ولا توجد سوى معلومات قليلة عن تأثير هذه الأشعة على النباتات البرية .

تأثير ثقب الأوزون على الأحياء المائية

بالرغم من أن المعلومات المتاحة عن الآثار الجانبية لثقب الأوزون على الأحياء المائية تعتبر قليلة .. فقد أثبتت البحوث المعملية أن الأحياء المعملية أصبحت حساسة عند تعرضها للأشعة فوق البنفسجية .

وعادة تتأثر الكائنات الحية النباتية - التى تعيش فى الطبقة السطحية من المياه - أكثر من تأثر الكائنات الموجودة فى الأعماق ، والتى تكون - عادة - حساسة للملوثات ، وكذا الأمراض .

وحيث إن الهائمات النباتية هى المورد الأساسى لغذاء الأسماك .. فإن نقص هذه الكائنات النباتية ينعكس مباشرة على الثروة السمكية . هذا

علاوة على ثبوت التأثير المباشر للأشعة فوق البنفسجية على الهائمات الحيوانية بها ، ومنها الأسماك والقشريات . ولقد لوحظ أنه إذا عرضت بعض هذة الأحياء -لمدة ١٥ يوماً- لأشعة بنفسجية تزيد ٢٠٪ عن المستوى العادى .. فإن ذلك يتسبب في قتل كثير من هذه الهائمات الحيوانية - ذوات الأعمار الصغيرة - ولعمق ١٠ أمتار .

الفصل السادس

النباتات وتلوث الهواء

تلعب النباتات دورا هاما فى عمل توازن بين مكونات الهواء ؛ فهى تقوم بامتصاص ثانى أكسيد الكربون ، وتعطى الأكسجين اللازم للحياة ، كما أنها تعمل كمرشحات طبيعية للهواء الجوى من الأتربة والغبار وعوادم السيارات ، وعوادم المصانع التى تحتوى على الأتربة وذرات الكربون والقطران . وفى تجربة أجريت بفرنسا عن قدرة النباتات على ادمصاص كثير من الملوثات ، سواء فى صورة أتربة ، أم عوادم سيارات ، أم قطران . . . إلخ .. اتضح ما يأتى :

أوراق نبات Orme يترسب عليها ٢.٧٣٥ جم
أوراق نبات Marronnier يترسب عليها ٢,٢٩٥
أوراق نبات Saphora يترسب عليها ٩٩٦و
أوراق نبات Slerocary يترسب عليها ٩٦٩و
أوراق نبات Tillent يترسب عليها ٦٣٩و

ولقد قدر العلماء احتياجات الإنسان من المسطحات الخضراء بمساحة

٥ر٦ متراً مربعاً . هذا مع العلم بأن ما يخص المواطن الأمريكى ١٨ متراً مربعاً ، والاتحاد السوفيتى ٢٠م٢ ، وبريطانيا ٢٤م٢ ، والمواطن المصرى ٢سم٢، بعد أن كان ما يخصه ١٨م٢ عام ١٩٥٩ .

ويمكن لمساحة قدرها ١٥٠ هكتاراً أن تنتج أكسجيناً كافياً لتنفس ١٠٠ ألف شخص طوال الحياة . وقد أثبتت البحوث أن هكتاراً من الأشجار يبث ٤٨٠٠ كيلو جراماً كربوناً . بينما يبث هكتار من المسطحات الخضراء ١٠٠٠ كيلو جرام كربوناً ؛ أى ما يوازى ٢٤٠٠متر مكعب من ثانى أكسيد الكربون .

ولقد قدر العلماء ما يجب زراعته مقابل كل سيارة كبيرة بمائة شجرة فى حالة نمو عادى ، بينما تحتاج السيارة الصغيرة إلى ١٠ شجرات .

وتلعب الأشجار دوراً هاماً فى خفض درجة الحرارة ؛ فلقد قدرت درجات الحرارة التى تسببت الأشجار فى خفضها طبقاً لنوع النبات ؛ فمثلاً فى حالة شجرة *Jacaranda avalifolia* كان معدل انخفاض الحرارة هو ٦٣ . ٩° م. أما فى حالة شجرة *Cosimiron edrilis* .. فقد كان معدل انخفاض الحرارة ٧٥ . ٣م ؛ حيث يتوقف دور الشجرة فى خفض درجة حرارة هواء المكان على شكل الشجرة، وحجم المساحة التى تظللها ، ونسبة الرطوبة فى أرض الموقع، ويمكن طبع اسم الشجرة *Pinus hilepensis* الإبرية الأوراق أن تُخفض درجة الحرارة ٨ . ١٠°م ؛ حيث إنها تقوم بامتصاص الحرارة .

وفى تجارب عملية عن تأثير التشجير على خفض درجة الحرارة لوحظ أنه بينما كانت درجة حرارة الجو ٨ . ٣٠°م كانت تحت أشجار الصنوبر الكثيرة

الأوراق الكبيرة الحجم ٢٠°م كانت تحت أشجار الفيكس ٢٣.٢م .

كما أن درجة جفاف الأرض فى المنطقة المظللة بالأشجار تلعب دوراً هاماً؛ فالمعروف أن الأرض الرطبة تعدل من درجة الحرارة ؛ فعلى سبيل المثال كان الفرق بين درجة الحرارة فى المنطقة المروية وغير المروية تحت نفس الظروف ٧ درجات ؛ وذلك يعني أن حدوث البخر من التربة يزيد من درجة الحرارة ؛ فعلى سبيل المثال كل جرام ماء يتبخر يحتاج النبات إلى امتصاص ٥٨٣ كالورى ؛ وأن الهكتار يتبخر فيه من ٤٠٠٠ إلى ٥٠٠٠ طن ماء فى السنة .

إن امتصاص النبات للطاقة يكون من الوسط المحيط به حيث يدخل ذلك فى عملية النتح ؛ وبالتالى تكون البرودة الناتجة من التبخير ، وتختلف قدرة الشجرة فى عكس الحرارة أو إمتصاصها ؛ فعلى سبيل المثال يقوم نبات الغليو بعكس ٣٣٪ من الأشعة ، ويمتص ٧٢٪ ، يخلل ٥٪ منها.

أثر الأحزمة الخضراء حول المدن

بدأت بعض المدن الكبيرة فى العالم - مثل لندن وباريس وموسكو ونيويورك - فى استخدام ما يسمى بـ" الأحزمة الخضراء " حول المدن ؛ حيث تزرع عدة صفوف من الأشجار التى تعمل كحزام . يلف حول المدينة ،وتعمل كمرشح طبيعى لتصفية وتقليل الملوثات فى الهواء . ويشترط فى الأشجار التى تزرع بها هذه الأحزمة الخضراء أن تكون الأشجار مقاومة لتأثير الملوثات .

تلوث الهواء بالضوضاء

لعل أهم المشاكل التى تقابل المتخصصين فى إنشاء الطرق فى المدن فى الوقت الحاضر هو إنشاء طرق تتسع للأعداد الهائلة من السيارات بمشاكلها، سواء ما تخرجه من ملوثات ، وأيضاً ما تخرجه من ضوضاء . لقد أوضح العلماء أن كل فرد فى نيويورك سوف يصاب بالصمم عام ٢٠٠٠ بسبب الضوضاء . وليست المشكلة مشكلة الصمم ، ولكن الآثار الفسيولوجية والصحية والسيكولوجية على الإنسان ؛ حيث تؤثر الضوضاء على طبلة الأذن ، كما تؤثر الضوضاء المرتفعة على الدورة الدموية للإنسان ، وتزيد من سرعة النبض ، وتنشط الجهاز العصبى ، وتزيد من إفراز الأدرينالين ؛ مما يؤدى إلى ارتفاع نسبة السكر فى الدم ، وارتفاع ضغط الدم ، وتؤثر بذبذباتها على الجلد ؛ فيتغير نشاط الأنسجة .

ولقد حسبت معدلات إصدار الضوضاء - على سبيل المثال - فكان تشغيل الموتور يصدر ١٣٠ ديسيبل ، بينما (كلاكس) السيارة يصدر ١٠٠ ديسيبل ، ويصدر الترام ٥٠ ديسيبل ، أما ضوضاء الشقة العادية فهى ٤٠ ديسيبل .

دور الشجرة فى امتصاص الضوضاء فى المدن

وجد أن أوراق الأشجار قادرة على امتصاص نسبة من الضوضاء ، تصل إلى حوالى ٣٥٪ من جملة الذبذبات التى تمر بالأوراق . وفى حالة وجود أشجار كثيفة تصل هذه النسبة ٤٥٪ . ووجد أيضا أن المسطحات الخضراء تقلل من الضوضاء بنسبة قد تصل إلى ٤٠٪ ، لذلك ينادى

العلماء بضرورة زراعة جانبى الطريق ، وضرورة زراعة جزر من النباتات فى وسط الشارع ؛ لزيادة المساحة الخضراء ؛ حيث تنخفض درجة الحرارة ، وتقل الضوضاء ، وتقل الملوثات عن طريق هذه النباتات . فلقد أثبتت البحوث أن الطرق غير المزروعة تصل فيها كمية المواد العالقة بالهواء ٨ - ١٠ أضعاف الموجودة فى طرق مماثلة مزروعة على الصفين .

تأثير تلوث الهواء على النباتات

يتوقف تأثيرملوثات الهواء على النباتات على عدة عوامل كثيرة أهمها: تركيز هذه الملوثات فى الجو وآثارها السامة ، وخواصها الكيماوية والطبيعية ، وتأثيرها على فسيولوجيا النبات ، ومدى تأثير هذه الملوثات على التربة الزراعية التى تنمو فيها النباتات . فعلى سبيل المثال يتطاير من مصانع الأسمنت مواد قلوية تضر بخصوبة التربة الزراعية بزيادة تلوثها ، كما أن كثيراً من الملوثات - خاصة المعادن الثقيلة وأكاسيدها - ذات تأثير سيىء على الكائنات الحية الموجودة بالتربة الزراعية والمسؤولة عن خصوبتها. وعقب سقوط الأمطار الحمضية على النباتات تصفرّ النباتات، وتذبل أطراف الأوراق والقمة النباتية وتموت ، ويتغير لون النبات ، وينعكس ذلك على إنتاجه فى هذا الموسم .

كما أن ترسيب الأتربة والمواد الملوثة على الأوراق له أهمية خطيرة على فسيولوجيا عملية التنفس والنتح والتمثيل الكلورفيلى ؛ فهى أولا تحجب الشمس ، وتقوم بسد الثغور التنفسة ؛ حيث تعوق عملية التنفس وعملية النتح ، مسببة ضعفاً عاماً فى النبات .

هذا وقد لوحظ أن هناك نباتات حساسة جدا لهذه الملوثات ، بينما هناك نباتات تتحمل هذه الملوثات ، وأخرى مقاومة جدا لذلك . ولقد اكتشف العلماء أن هناك نباتات قادرة على استهلاك كميات هائلة من ثانى أكسيد الكربون ليلا ونهاراً ، وهناك نباتات قادرة على امتصاص بعض الملوثات مثل أكاسيد الكبريت .

تأثير تلوث الهواء على إنتاج المحاصيل

كل من الأوزون والبيروكسى أستيل نترات يعتبر من المواد الشديدة الخطورة على المحاصيل الزراعية ، فهى تؤثر مباشرة على أنسجة النباتات، وتثبط عملية التمثيل الضوئى للملوثات الأخرى . كما أنها تسبب عديداً من الأمراض ، وتسبب عدم سقوط الأمطار . ولقد دلت البحوث على أن تركيز الأوزون فى بعض مناطق من الولايات المتحدة كان من الارتفاع لدرجة أنه أنقص إنتاج محاصيل الذرة وفول الصويا ٧٪ ، بينما تسبب فى نقص محصول البرسيم ٣٠٪ .

ولقد نقص انتاج جميع محاصيل الولايات المتحدة بمتوسط يترواح من ٥-١٠٪ بخسارة قدرت بحوالى "مليونى جنيه " سنويا .

وإذا وجد ثانى أكسيد النيتروجين مع الأوزون .. فإن ذلك يسبب زيادة حساسية النباتات للضوء .فلقد أوضحت الدراسات فى أمريكا وألمانيا وهولندا أن تلوث الهواء بالغازات الثلاثية السابقة مجتمعة يتسبب فى نقص كمية المادة العضوية الجافة فى النباتات عنها إذا كان الهواء ملوثاً بالأوزون فقط . ولقد تسببت الأمطار الحمضية فى تقليل إنتاج المحاصيل تحت

الظروف المعملية .

هذا ..وتتسبب الأمطار الحمضية ووجود المواد المؤكسدة - التى سبق ذكرها - فى تدمير الغابات فى أوربا وجنوب أمريكا ؛ حيث تتسبب هذه الملوثات فى إحداث أضرار خطيرة بأوراق النباتات ، علاوة على زيادة حساسية أوراق الأشجار للإصابة بالأمراض ، وتقليل عملية التمثيل الكلوروفيلى ، وزيادة الأضرار على الخلية النباتية ، وفقدان فى المواد الغذائية ؛ نتيجة حرقها مع المياه الحمضية ؛ حيث إن هذه المواد يسهل ذوبانها فى الأمطار الحمضية ؛ حيث تتسبب الأمطار الحمضية فى الإضرار بأوراق الأشجار خاصة عند القمة ، وسقوط كثير من الأشجار الميتة .

ولقد أثبتت البحوث العلمية أن هذه الملوثات تعتبر سامة لبادرات النباتات خاصة غاز الأوزون .

ولقد أوضحت الدرسات أن الأضرار لا تحدث فقط فى النموات الخضراء، بل أيضا فى الأجزاء الموجودة تحت الأرض ، وأصبح من سمات تسمم النبات بالأمطار الحمضية الأضرار الواضحة على النموات الخضرية ، وكذا موت كثير من الأشجار وسقوطها ، خاصة إذا علمنا أن الغيوم والضباب قد تكون أشد سمية من الأمطار الحمضية ؛ حيث تحتوى على تركيز كبير من الأحماض .

وتؤدى كثرة الأمطار الحمضية إلى إذابة العناصر الضرورية للنبات الموجود فى التربة ، وأهمها الألومينياا وبعض المعادن وفقدها من التربة ؛ مما يسبب نقصا فى محتوى التربة من المواد الغذائية .

تأثيرتلوث الهواء على الحيوان

إن الأضرار التى تلحق بالإنسان من تلوث الهواء تشبه الأضرار التى تلحق بالحيوان . ويؤدى هذا الأثر - فى الغالب - إلى عدم نشاط الحيوان، وعدم قدرته على الإنتاج ، وقد يؤدى إلى تشوّه الأجنة ، كما أنه يلوث ماءه وغذاءه ؛ وبالتالى المنتجات الناتجة منه من ألبان وبيض ولحوم . وقد لوحظ أن الحيونات التى تتواجد بجوار مصانع الألومنيوم والأسمدة الفوسفاتية تصاب بتآكل الأسنان ، وهزال ، ونقص فى إدرار اللبن ؛ نتيجة تلوث الهواء بمركبات الفلور .

تلوث مياه الأمطار

أوضحت الدراسات التى أجريت فى انجلترا وكندا وأمريكا أن مياه الأمطار قد تلوثت ببقايا المبيدات وكذا بالأحماض . وتعتبر مشكلة تلوث مياه الأمطار بالأحماض من أهم المشاكل التى تواجه أوربا ؛ حيث تسببت الأمطار الحمضيه فى موت آلاف الأفدنة من الغابات ؛ مما يؤثر على الثروة الخشبية فى العالم ، وكذلك على إنتاج الأكسجين اللازم لتنفس البشر . كما أوضحت الدراسات أن هطول الأمطار يكون مصحوباً ببقايا من مبيدات لم تستعمل فى هذه البلاد ؛ مما يجعل مشكلة تلوث البيئة مشكلة عالمية ، وتسبب مشكلة قومية .

كما تسبب الأمطار الحمضية التى تسقط تهديداً للصحة حيث تتراكم المعادن السامة مثل الكاديوم فى التربة . ولقد أوضحت الدراسات أن ٥٢٪ من الأشجار فى ألمانيا الغربية قضى عليها المطر الحمضى ، ونفس الشىء

فى هولندا وسويسرا ويخسائر تتراوح بين ٣٣ ، ٥٠ ٪ لغاباتهم .وقد وافقت ٢٥ دولة أوربية والأمم المتحدة وكندا على معاهدة لوقف إنتشار التلوث المسؤول عن سقوط الأمطار الحمضية .

التلويث غير المباشر للمحيطات والبحار

أصبحت مياه الأمطار الملوثة مصدراً مهماً من مصادر تلوث مياه المحيطات والبحار بكميات كبيرة من الملوثات ، سواء الأحماض ، أم المبيدات ، أم كثير من المركبات ؛ مثل أكاسيد النيتروجين وأكاسيد الكبريت؛ مما يشكل بدروه آثاراً بالغة على الكائنات النباتية والحيوانية التى تعيش فى هذه المياه ، التى تلعب دوراً هاماً وخطيراً فى المحيط الحيوى للإنسان ، وتكمن الخطورة أيضاً فى تلويث الأحياء الموجودة بالبحار والمحيطات ؛ نتيجة لتراكم هذه المركبات فى أجسام الأسماك والأحياء المائية؛ مما يشكل خطراً مباشراً على الإنسان .

التلوث النووى والإشعاعى

يتعرض الإنسان باستمرار إلى إشعاعات نوويّة من مصادر طبيعية مثل الأشعة الكونية ، كما أنه قد يتعرض بطريق الخطأ إلى إشعاعات من مصادر غير طبيعية من انفجار القنابل الذرية أو حدوث كوارث مثل كارثة شرنوبل التى حدثت فى الاتحاد السوفيتى ، كما يمكن أن تخرج بعض الإشعاعات متسربة من مؤسسات الطاقة النووية ومفاعلاتها أو من نواتجه، أو مع القمامة الخطرة الناتجة من المعامل التى تستعمل الكيماويات المعاملة اشعاعياً ، أو من مصادر تحتوى على إشعاع مثل بعض الأجهزة العلميةه.

وتتسبب الحوادث النووية فى إثارة قلق كبير لاسيما منذ الحادثة التى وقعت فى ٢٦ نيسان / أبريل ١٩٨٦ ، وذلك فى إحدى الوحدات النووية الأربع فى تشرنوبيل إحدى جمهوريات أوكرانيا الاشتراكية السوفيتية .

وتعتبر أسوأ حادثة فى تاريخ القوى النووية . وقد نجم عن هذه الحادثة مايلى :

١ - آثار الفزع فى جميع أنحاء العالم .
٢ - موت عدد من البشر .
٣ - حدوث سحابة من المواد المشعة نتيجة اشتعال النار فى المحطة .
٤ - أدت السحابة المحتوية على المواد النشطة إشعاعياً - والتى حامت فى سماء أوربا - إلى مايأتى :

تلويث المياه بكثير من دول أوربا .
٢ - تلويث المزروعات والمواد الغذائية .
٣ - تلويث للإنسان والحيوان .
٤ - إجلاء أكثر من ٩٠,٠٠٠ شخص من دائرة يبلغ قطرها ٣٠ كيلومتراً مربعاً .
٥ - خسائر اقتصادية فادحة فى الدول الأوروبية ؛ نتيجة إعدام كميات هائلة من المواد الغذائية الملوثة .

التأثير على طبقة الأوزون

هناك دراسات تؤكد تآكل طبقة الأوزون فى بعض مناطق العالم فى

القضبين الجنوبى والشمالى ، وفوق مناطق جبال الألب ، علما بأن طبقة الأوزون هى الطبقة التى تحمى الكرة الأرضية من الأشعة فوق البنفسجية ويتركز غلاف الأوزون فى طبقة تقع على ارتفاع من ١٥ - ٣٠ كيلومتراً من سطح البحر ودرجة الحراره بها ٩٠°م ، وهذه الطبقة تلى طبقة التروبوسفير وهذه الطبقة الأخيره تقع على بعد من سطح البحر حتى ١٥ كيلومتراً فوق سطح البحر . ولقد أوضحت الدراسات حدوث تلوث الهواء، خاصة بالمواد التى بها كلور أو فلور مثل ثلاثى كلوريد أحادى كلوريد الميثان ، وثانى كلوريد ثنائى فلوريد الميثان ، ورابع كلوريد الكربون ، وثلاثى كلوريد الميثان ، وثلاثى كلوريد ثلاثى فلوريد الميثان ، وكلوريد الميثان ، والتى أصبحت تستخدم بكثرة فى الصناعة ، خاصة صناعة الثلاجات وأجهزة التكييف ومعجون الحلاقة والمواد المعطرة والأيروسولات وغير ذلك من العلب الصغيرة التى تخرج محتوياتها من ثقب صغير تحت ضغط .

الفصل السابع

شبكات مراقبة التلوث الجوى

تهتم منظمة الأرصاد الجوية العالمية برصد وقياس المواد التي تلوث الغلاف الجوى . وتتكون هذه الشبكة من ٢٠٠ محطة لهذا الغرض ، منتشرة فى ٧٣ دولة من الدول الأعضاء في المنظمة .

وتعتبر المنظمة الجهاز المسؤول أمام الأمم المتحدة في رصد مقياس التلوث بالغلاف الجوى ؛ وذلك طبقا لمؤتمر استوكهلم ، الذى نص على تأسيس برنامج الأمم المتحدة للبيئة، وتحديد محله التنفيذى .

لقد تم تأسيس محطات مراقبة التلوث الجوى - إقليمياً ، وعالمياً - لتتبع التغيرات التي تحدث في مكونات الغلاف الجوى وتغيراتها، وكذلك لدراسة التغيرات المحتملة لهذه المتغيرات فى المستقبل .

وعموما .. تنقسم تنظم محطات رقابة التلوث الجوى إلي ثلاثة أنواع رئيسية ، هى :

١ - محطات الخط القاعدى للتلوث الجوى

ويشترط لإنشاء هذه المحطات مايأتي :

١ - أن يكون الموقع بعيدا عن التجمعات السكنية .

٢ - أن يكون الموقع بعيدا عن مسار الخطوط الجوية .

٣ - أن يكون الموقع بعيدا عن مسار طرق النقل السريع .

٤ - أن يكون الموقع معرضا لكثير من الحوادث الطبيعية مثل الحرائق ، وثورة البراكين، والعواصف الرملية ، والعواصف الترابية .

٥ - ألا يكون من المنتظر أن يختلف - خلال الـ ٥٠ سنة المقبلة - أسلوب استخدام الأراضي في دائرة نصف قطرها ١٠٠ كيلومتر حول المحطة، وتقوم هذه المحطة الجوية برصد وقياس التلوث الجوى طبقا لبرنامج تضعه منظمة الأرصاد الجوية ؛ وذلك لتحديد التقديرات التي يمكن أن تحدث للجو علي مدى طويل ؛ وذلك لأهمية هذه التقديرات لكلٍ من الطقس والمناخ.

ويجب في هذه المحطة أن يتبع مايأتي :

١ - ضرورة أن يكون عدد العاملين قليلاً جدا ؛ حتى لا يؤثروا اثناء تواجدهم علي تلوث البيئة .

٢ - أن يقل تلوث البيئة عن طريق عدد العاملين إلي أقل حد ممكن؛ فلا يكون للمستلزمات اللازمة لهم تأثير علي تلوث البيئة .

٣ - أن تكون الطاقة المطلوبة للتدفئة والإعاشة طاقة كهربائية ، وأن يكون مصدر توليدها بعيدا عن الموقع .

٢ - محطات التلوث الجوى الإقليمية

وهى محطات منتشرة في بعض الدول ؛ بقصد تقدير وقياس تلوث الهواء فى هذه الدول، طبقا لبرنامج تُعدّه منظمة الأرصاد الجوية العالمية ؛ وذلك للربط بين المتغيرات التي تحدث فى البيئة - وعلي المدى الطويل - وأثر ذلك علي تلوث الغلاف الجوى الناتج عن النشاط الإنساني في هذا الجزء من العالم .

ويشترط في هذه المحطة مايأتي :

١ - أن يكون موقع المحطة بعيدا عن المناطق الآهلة بالسكان ؛ حتي لا يحدث تغيير حاد ومتأرجح في كمية الملوثات من النشاط الإنسانى . ويتوقف البعد عن المناطق الآهلة بالسكان طبقا لقوة مصادر التلوث .

٢ - أن يتراوح البعد بين المحطة والمناطق الآهلة بالسكان من ٤٠- ٦٠ كيلوا متراً .

٣ - ضرورة تغطية الطرق حول المحطة بالأسفلت .

٤ - زراعة الأراضى حول المحطة بطبقة دائمة من الحشائش ؛ حتي لايتعرض الموقع للأتربة المثارة محليا .

٥ - أن يكون الموقع بعيدا عن مصادر الدخان بضعة آلاف من الأمتار.

٦ - ألا يتعرض لهبوب رياح شديدة فى أي اتجاه .

٣ - محطات إقليمية فرعية

يجب علي الدولة إقامه أكثر من محطة ، لرصد تغيرات تلوث البيئة فى المناطق الصناعية والمناطق الآهلة بالسكان ، وقد يصل عددها في موقع واحد إلى أكثر من ١٠٠ محطة ، وقد تستخدم - لبعض الأوقات - المحطات المتنقلة خاصة فى الشوارع المزدحمة ، وتكون مهمة هذه المحطات هى الحصول على عينات من الهواء بأجهزة قليلة التكاليف ؛ وذلك لتحديد الملوثات . هذا ويتواجد في مصر ٥ شبكات لمراقبة التلوث الجوى ، في سيوة ، وسانت كاترين ، وسيدي براني ، والقصير ، والغردقة .

تلوث الهواء الداخلى

إن أقرب الأمثلة لتلوث الهواء الداخلي هو التلوث الشديد للمحلات الموجودة في وسط المدن ؛ حيث يتغير هواء هذه المحلات ، خاصة الموجودة علي طرق رئيسية أو فى ميادين عامة تجوبها السيارات التى تلوث الهواء تلويثاً شديداً . ويجب اتخاذ الإجراءات اللازمة لتقليل التلوث داخل هذه المحلات .

كما أن الشقق الموجودة بالجهة القبلية لكثير من المصانع التي ثبت كميات هائلة من الملوثات - مثل الشقق المجاورة لمصانع الأسمنت - تعتبر مثلاً صارخا لتلوث الهواء الداخلي ؛ حيث نجد - كل صباح - كميات هائلة من الهواء الضار بكل شيىء موجود بهذه الشقق ، الناتج عن ترسيب الأتربة والغبار . هذا بالإضافه إلي مايحويه هواء هذه الشقق من أكاسيد

الكبريت وأكاسيد النيتروجين والهيدروكربونات ، وغير ذلك من الملوثات التي يظهر أثرها - جلياً - على الدهان الذهبى للموبيليا والتابلوهات . وتؤثر على الوان الحوائط - الناتجة عن ترسيب أكاسيد الرصاص - على الألوان الزيتية .

وتعد المنازل الريفية نموذجا للتلوث الداخلي ؛ نظرا لتعدد أفرادها ؛ حيث ترتفع نسبة ثاني أكسيد الكربون في الجو إلى درجة خطيرة على الصحة ، وقد يؤدى ذلك فى بعض الأحوال إلى اختناق بعض أفراد الأسرة أو كلهم . هذا بالإضافة إلى ماتبثه مصادر إنتاج الطاقة من الهباب الناتج من تشغيل وابور الكيروسين ، أو حرق الأخشاب أو الجلة أو الحطب أو اللمبات السهارى أو اللمبات العويل ، وغيرها من مصادر الإنارة الليلية من كميات هائلة من السناج ، وثاني أكسيد الكربون ، وأول أكسيد الكربون ، وأكاسيد الكبريت ، وأكاسيد النتروجين ، والهيدروكربونات ، والألدهيدات . هذا بالإضافة إلي ملوثات خاصة ؛ مثل غاز الميثان الناتج من تخمر الأسمدة العضوية الناتجة من حيوانات المزرعة ، والتي غالبا ماتلوث أجزاء من المنزل الريفى . ويضاف إلي ذلك التلوث بنوع من الأتربة ، ينتقل من الحقل مباشرة بواسطة التيارات الهوائية . وتأتى هذه الأتربة - بما تحتويه من بقايا المبيدات والأسمدة والكيماويات المستخدمة في الزراعة والتلوث بالهواء المحمل بذرات المبيدات والأسمدة والكيماويات - أثناء العمليات الزراعية .

هذا .. بالإضافة إلى ملوثات أخرى شديدة الأهمية ؛ وهي التلوث بالميكروبات والحشرات ، خاصة الذباب والباعوض والبراغيث والفئران ، التي تلوث البيئة وتتسبب فى الإصابة بأكثر من ٤٢ مرضاً .

هذا بالإضافة إلى التلوث بحبوب اللقاح ، وكذا بالمواد العضوية الناتجة، سواء من الأسمدة العضوية ، أم بقايا النباتات وتحللها . يضاف إلى ذلك تلوث الهواء بفصل التيارات الهوائية .

يضاف إلي هذه المصادر من مصادر التلوث الداخلي مصادر التلوث عن طريق الأجهزة الحديثة ، والتى هى ثمرة التقدم التكنولوجى ، والتى أصبح المواطنون يتنافسون على إيجادها بمنازلهم ، سواء في المدينة ، أم فى القرية، وأهمها :

١ - التلوث الضوضائى : عن طريق أجهزة التسجيل والراديو والتليفزيون والفيديو ومكبرات الصوت . وسنتكلم عن ذلك في حينه .

٢ - التلوث عن طريق أجهزة صعق البعوض والذباب ؛ حيث تبث هذه الأجهزة كميات هائلة من الأشعة فوق البنفسجية الضارة بالنسبة للأعين ، والتي عادة ماتسبب سرطان الجلد .

٣ - التلوث عن طريق أجهزة التكييف ؛ حيث تعتبر أجهزة التكييف مصدرا مستمراً لكثير من الميكروبات التي تسبب الإصابة بأمراض البرد ؛ حيث تقوم مرشحات الهواء - فى هذه الأجهزة - بالاحتفاظ بهذه الميكروبات وبثها باستمرار في هذه الأماكن . هذا بالإضافة إلي احتمالات تسرب غاز الفريون من هذه الأجهزة . وهذه الأجهزة تضر بصحة الإنسان ، وتقوم هذه الأجهزة أيضا ببث بعض الموجات فوق الصوتية التي تؤثر في بعض المواطنين .

٤ - الثلاجات وخطرها الرئيسى في تعرض الإنسان لتيارات البرد المفاجئة ، بالإضافة إلي احتمال تلوث البيئة بغاز الفريون . الذى قد يسبب

الإضرار بصحة الإنسان .

تلوث طبقة التروبوسفير

طبقه التروبوسفير - كما سبق أن أوضحنا - هي الطبقة من الغلاف الجوى التى تحيط مباشرة بالكرة الأرضية ، والتى تتنفس بها الهواء الجوى. وعادة يسبب تلوث طبقة التروبوسفير أضراراً للمحاصيل الزراعية والحياة والماشية وصحة الإنسان والمبانى وغيرها .

وعادة تسبب الملوثات الأولية - مثل ثاني أكسيد الكبريت وثاني أكسيد النتروجين والهيدروكربونات وأول أكسيد الكربون والميثان - تفاعلات مشتركة ، يتكون فيها ملوثات ثانوية ؛ مثل الأمطار الحمضية والكيماويات المؤكسدة ضوئيا . وعادة ما يحدث الضرر البيئى نتيجة تفاعل كلتا المجموعتين من الملوثات .

وهذه التفاعلات التي تحدث في وجود ضوء الشمس يمكنها أن تكون هيدروجين بيروكسيد ومركب بيروكسى أستيل نترات ، ومركبات أخرى، ويسمي مركب الأوزون وهيدروجين بيروكسيد ومركب بيروكسى أستيل نترات بالمواد المؤكسدة الضوء كيميائية . وتعتبر هذه المواد شديدة الخطورة علي الزراعات ، وكذا على صحة الإنسان .

الفصل الثامن

تأثير ملوثات الهواء علي الإنسان

تخضع صحة الإنسان لعوامل مختلفة داخلية وراثية وخارجية بيئية تختلف فى تأثيرها . وقد كانت العوامل الداخلية والوراثية - فى الماضى - هى المسؤول الأول عن صحة الإنسان ، إلا أنه في الآونة الأخيرة - وبعد دخول الإنسان عصر الصناعة - أصبحت العوامل الخارجية البيئية هى المسؤول الأول عن صحة هذا الإنسان . وأحد العوامل البيئية الهامة تلوث الهواء ؛ حيث يحتاج الفرد إلى حوالى ١٥ كيلو جراماً هواء يوميا، حيث يحتاج فى كل شهيق إلى نصف لتر هواء ، كما يحتاج في اليوم إلى عشرة آلاف لتر ، وفى السنة إلى ٣ر٦ مليون لتر . فإذا تغير تركيب الهواء من هواء نقي إلى هواء ملوث تسبب ذلك فى حدوث أمراض واضطرابات فسيولوجية خطيرة ؛ لذلك يجب علي الإنسان تجنب إحداث أية تغيرات فى الصفات الطبيعية أو الكيماوية أو البيولوجية للهواء ، وإلا تسبب ذلك فى حدوث أخطار للإنسان تختلف من أخطار بسيطة إلى أخطار شديدة فعلي سبيل المثال .. فإن التغيير فى صفات الهواء الطبيعية - سواء برفع درجة حرارته ، أم بخفضها - يعرض الإنسان للإصابة بتثبيط المراكز العصبية ،

أو يزيد من تعرضه لأمراض البرد أو الميكروبات ، كما يقلل من نقص مقاومة الجسم للأمراض . كما أن تغير درجة رطوبة الهواء بالنقص أو الزيادة يسبب جفاف الجلد والأغشية المخاطية ونقص الماء من الجسم ، وقد تؤدى زيادتها أو نقصها أيضا إلى اضطرابات فى عملية إفراز العرق .

كما أن التغير فى حركة الهواء والضغط الجوى - وهى صفات طبيعية للهواء - يؤثر على الإنسان ونشاطه . وأقرب الأمثلة على ذلك ارتفاع الضغط فوق الجبال ، حيث يصاب الإنسان بداء الجبال وغيره من الأمراض . هذا وتؤثر الإشاعات الناجمة عن الشمس - سواء ضوء الشمس ، أم الإشاعات الراديومية وهى من الصفات الطبيعيه للهواء - تأثيرا ضارا على الإنسان فى حالة زيادتها أو نقصها ؛ حيث إنها قد تحدث أمراضاً خطيرة ؛ مثل أمراض الأجهزة التناسلية والجهاز العصبى ، وبعض الإصابات السرطانية مثل سرطان الجلد .

أما صفات الهواء الكيماوية فهي تتكون من المواد الكيماوية التى سبقت الإشارة إليها ، وأهمها الأكسجين الذى تحتاج إليه كل الكائنات الحية؛ حيث يحتاج الإنسان إلي ٣٥٠ ملى فى الدقيقة فى حالة الراحة ، وقد تصل إلي ٥٠٠٠ ملى فى الدقيقة عند الجرى . وعادة مايدخل الهواء المحمل بالأكسجين إلى الرئتين وهو محمل بتركيز ٢١./. أكسجيناً ، ويخرج وهو محمل بـ ٥ر ١٥ - ١٨ ./. أكسجيناً أما الغاز الثانى فهو ثانى أكسيد الكربون ، ويبلغ تركيزه فى الهواء الجوى ٣٠ر ./. عند الشهيق ، بينما تتراوح نسبته فى الهواء الزفير من ٥ر٢ - ٥ ./. وإذا زادت نسبة ثانى أكسيد الكربون في الهواء إلى ١./. يصاب الإنسان بضيق فى التنفس ، وبأمراض تنفسيه خطيرة ، أهمها السعال وارتفاع

الحرارة والصداع وسرعة النبض وارتفاع الضغط ، وقد يؤدى ذلك إلي الوفاة.

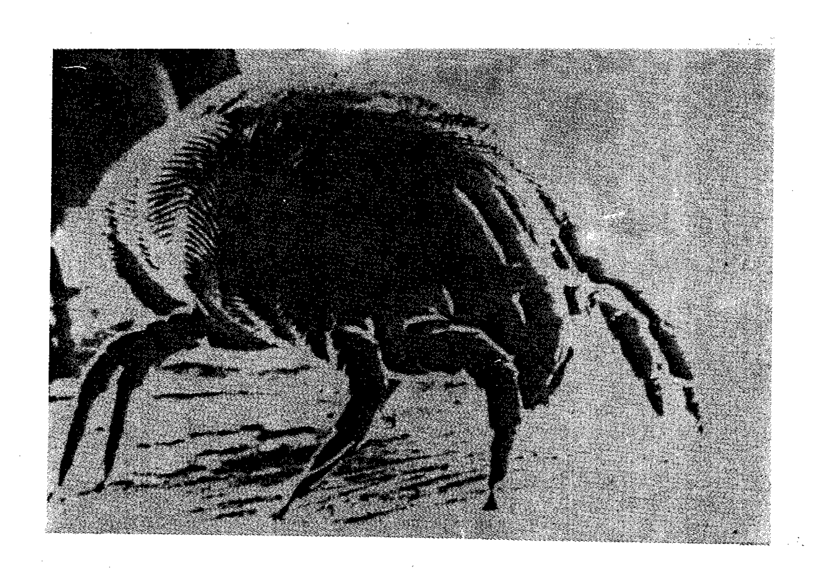
أما الغاز الثالث - وهو غاز الأوزون - فالمفروض أنه لا يتواجد في الجو المحيط بالإنسان ، ولكنه يتكون فى الجو لأسباب كثيرة في الوقت الحاضر . وإذا زادت نسبته على واحد فى المليون .. فإنه يتسبب فى أضرار خطيرة للأغشية المخاطية المبطنة للجهاز التنفسى .

هذا بالإضافة إلى عديد من المركبات ؛ مثل أكاسيد الكبريت ، وأكاسيد النتروجين ، وأكاسيد الفحم الشديدة السمية ، وكبريتيد الهيدروجين ، والميثان ، والهيدروكربونات ، وغيرها من المركبات الشديده الضرر على الإنسان .

أما التغيرات البيولوجية .. فتشمل تلوث الهواء بكثير من الفيروسات والبكتيريا والفطريات الممرضة والاكاروسات شكل رقم (٢٠) ، وكذا حبوب اللقاح شكل رقم (٢) التي تسبب كثيراً من الأمراض التى تصيب الإنسان الموجود في هذا الهواء الملوث بيولوجيا .

دور الجهاز التنفسى فى تنظيف الهواء قبل دخوله إلى الرئتين

يتكون الجهاز التنفسى من عدد من الأعضاء التى تتحكم فى دخول هواء التنفس وخروجه ، وتكييف درجة حرارته ورطوبته وتنقيته . فالأنف هو أول أجزاء الجهاز التنفسي ؛ حيث يبطن من الداخل بغشاء مخاطٍ غنى



شكل (٢٠) : الإكاروس الذى يعيش فى الرئة والذى يتواجد فى هواء المنازل .

بالغدد المخاطية والشعيرات الدموية ، وظيفته ترطيب هواء الشهيق وتكييف درجة حرارته مع حرارة الجسم . كما أن المادة المخاطية تنقى الهواء من ذرات الأتربة العالقة بالهواء وكذا المواد الغريبة ، عن طريق مجموعة من الشعيرات ، تعمل كمصفاة للهواء ، ثم البلعوم الذى يحمل الهواء إلى الحنجرة ، التى يوجد عند مدخلها غضروف يسمى لسان المزمار، يقوم بإغلاق الحنجرة عند بلع الطعام .

وتؤدى الحنجرة إلى القصبة الهوائية التى تنقسم إلى شعبتين هوائيتين، كل منهما تؤدى إلى رئة ، وكل قصبة مبطنة من الداخل بغشاء مخاط . وتوجد آعداد كبيرة من الأهداب ، التي تعمل على دفع الإفرازات وذرات الغبار إلى أعلى للتخلص منها .

والرئة تكون في الجنين وردية اللون ، ثم تتحول إلى اللون الأرجوانى، ثم إلى الأرجوانى الداكن كلما زاد العمر ؛ لترسيب ذرات التراب والكربون والقطران فى الرئة . وكلما ازداد تلوث الهواء ازداد اسمرار الرئة .

ويتنفس الإنسان بمعدل ١٧ - ١٨ مرة في الدقيقة . والتنفس يشمل عمليتى الشهيق والزفير ؛ حيث يحصل الدم على الأكسجين ويطرد ثاني أكسيد الكربون . ويتنفس الإنسان فى كل شهيق حوالى نصف لتر هواء، ويبلغ ما يستهلكه الإنسان يوميا عشرة آلاف لتر هواء . ولكن ماتأثير الغبار على صحة الإنسان ؟

تأثير الغبار على صحة الإنسان

الغبار - كما ذكرنا سابقا - نوعان ، أحدهما جزيئاته كبيرة ، والآخر

جزيئاته صغيرة أو (ناعمة) ، وليس هناك خطورة من الجزيئات الكبيرة ، لأن الحاجز الأنفى يمنعها من الوصول إلى الرئة ، وتخرج عن طريق السعال . ولكن الخطورة تكمن فى الغبار ذى الجزيئات الناعمة ؛ لأنها تبقى معلقة فى الهواء لمدة طويلة ؛ وبالتالي يتم استنشاقها بكميات كبيرة . والرئة غير قادرة علي طرد مثل هذه الجزيئات ؛ حيث تخترق الجهاز التنفسى وتصل إلى الحويصلات الهوائية .

والخطورة فيما تحتويه هذه الجزيئات الناعمة من مختلف أأواع الغبار الجيري والرملي والأسمنتي والطيني ودخان السجائر ودخان المصانع وعوادم السيارات والمحروقات وذرات الفحم المحروقه وغيرها ، وهذا مايطلق عليه الغبار الممرض . هذا مع ملاحظة أن الغبار ذا الجزيئات أقل من (ا ر ٠) ميكروناً يعامل معاملة الغازات ، ولا يستقر في الرئة ؛ لذا .. يعتبر غير ممرض .

ونظرا لأن الجراثيم والمواد التي تسبب الحساسية تشكل جزءا كبيرا من مكونات الغبار .. فإن ذلك يعتبر السبب الأول لمعظم أمراض الجهاز التنفسى الحادة ، بما فى ذلك السل الرئوى ، والحصبة ، والجراثيم العنقودية والرئوية ، بالإضافة إلى مرض (داء المبانى) ، وأعراض الصداع ، والغثيان والإسهال، والدوخة ، والطفح الجلدى وآلام البطن ، والصداع . كما لوحظ وجود نسبة عالية من المياه البيضاء بالعين ، تصل إلى ٩٠./. لدي المصابين بالتغبر الرئوى ، والذين تزيد أعمارهم على ٥٠ سنة ، في حين أنه لا تزيد نسبة المياه البيضاء في العين إلى أكثر من ٣٠ ./. لدى المرضى العاديين غير المصابين بالتغبر الرئوى .

النساء والتغبُّر الرئوى

لماذا ترتفع نسبه إصابة النساء (وخاصة ربات البيوت) بمرض التغبر الرئوي ؟

أثبت أكثر من تقرير وبحث علمى أن النساء (وخاصة ربات البيوت اللاتى يقضين معظم أوقاتهن بالمنزل) مصابات بمرض التغبُّر الرئوى ؛ نتيجة تعرضهن - فترات طويلة من الوقت - للغبار ذى الجزيئات الناعمة الصغيرة المسببة لأمراض الرئة والتى تتراوح أقطارها كما قلنا من (٠١ر٠) ميكروناً إلى ميكرون واحد . كما تصاب ربات البيوت بهذا المرض - أيضاً - بسبب عادات خاطئة فى تنظيف الغبار لدى الكثيرات من ربات البيوت ؛ كتنفيض السجاد والموكيت ، والذى يحتوى علي كميات كثيرة من الجراثيم . وفي مؤتمر حول أمراض الحساسية عقد فى سويسرا فى أواخر عام ١٩٨٩م أعلن العلماء أن السجاد المثبت (الموكيت) يعتبر من أول الأسباب الهامة للإصابة بمرض (الربو) ؛ حيث يعتبر الموكيت المأوى المثالى للعث المنزلى الذى يعتبر من أكثر مسببات الربو ، كما أن أجهزة التكييف وأجهزة الترطيب تحتضن - بالإضافة إلى الجراثيم - فطريات مختلفة ، تكون سببا فى بعض الأمراض التنفسية ، ويعتبر مرض "حمي المكيفات" أوضح مثال على ذلك .

ويمكن تقسيم مواد التلوث التى تؤثر على الجهاز التنفسى إلى مايأتى :

١ - مواد مهيجة للرئة ؛ مثل أكسيد الكبريت ، وأكسيد النتروجين،

والأوزون ، والكلور ، والأمونيا . وهذه تؤثر على بطانة القصبات التنفسية.

٢ - الأتربة ؛ مثل الكوارتز ، والسليكا ، والكربون ، والأسبستوس، والكوبلت ، وأكسيد الحديد . وهذه تؤثر على pulmonary interstitial tissues.

٣ - producing granulome ؛ مثل Berylium agents مثل الذى يؤثر على الرئة .

٤ - المواد المسببة للحمى ؛ مثل الزنك ، والمانجنيز ، وهبو القطن . وهذه تؤثر على Alveoli .

٥- المواد المسببة للاختناق ؛ مثل أول أكسيد الكربون ، وكبريتيد الهيدروجين . وهما يؤثران على الهيموجلوبين ، وكذلك على الجهاز التنفسى المركزى .

كيف تتجنب الغبار الممرض

فى حالة وجود الغبار الممرض في المنزل بكميات كبيرة يلزم - أولاً - إزالة مصادره ؛ ويكون ذلك بالنظافة المستمرة باستخدام وسائل التنظيف العادية سواء المكانس اليدوية ، أم المكانس الكهربائية ، ولكن مع ضرورة وضع قطعتين من الشاش عرض القطعة ٧ - ١٠ سم ، وطولها ٥٠ سم ، وبينهما قطعة غير سميكة من القطن ، بحيث تلف جيدا على الأنف والفم بعد ترطيبها بالماء . ويشترط السماح بالتنفس العادى للقائم بعملية التنظيف.

وفى جميع الأحوال يفضل ترطيب الأرضيات أو الجدران برذاذ من الماء لتقليل تحرك الغبار الممرض .

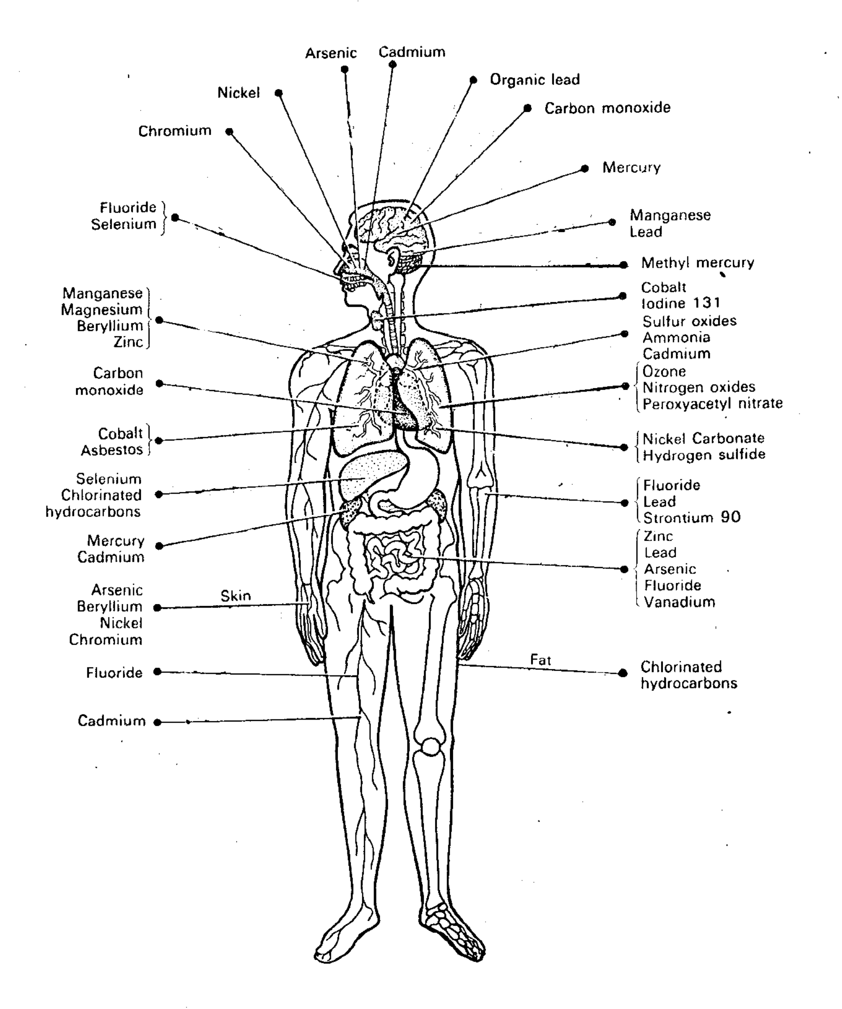
وقد لوحظ أن الأماكن التى تتواجد بها كميات كبيرة من النباتات الخضراء (خصوصا المتخصصة فى امتصاص الغبار بجميع أنواعه كما سيرد فى الأبواب اللاحقة) يقل بها - إلى درجة كبيرة - الغبار الممرض .

ولكى نتمكن من تقليل كميات الغبار الذى يخترق الأماكن المغلقة عن طريق الفتحات المختلفة لابد من إغلاق هذه الفتحات بإحكام ، مع إجراء عمليات التهوية لهذه الأماكن ، فى الأوقات التى يقل فيها الغبار ؛ مثل الصباح الباكر ، وبعد الغروب ؛ حيث يتواجد الغبار بكميات كبيرة أثناء ارتفاع درجة الحرارة ، وبفعل التيارات الهوائية .

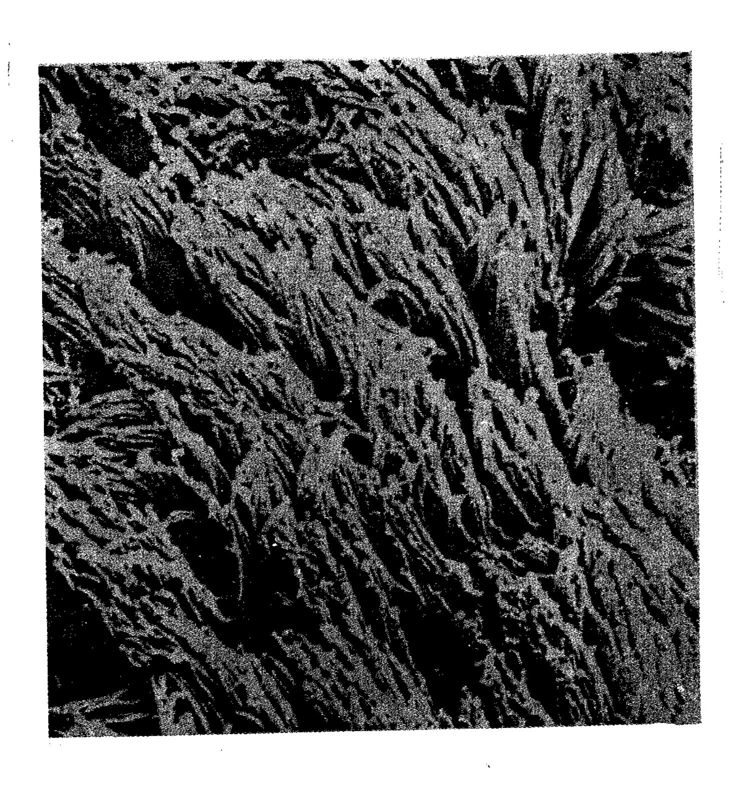
التأثير على صحة الإنسان

يؤدى تلوث هواء طبقة التروبوسفير إلى أضرار خطيرة بالنسبة لصحة الإنسان شكل رقم (٢١) ؛ فالأوزون - على سبيل المثال - يسبب أضراراً خطيرة للرئتين وللجهاز التنفسى للإنسان ؛ حيث يؤدى تلويث الهواء لقطرات المياه - المحتوية على حامض كبريتيك - إلى تحطيم الأغشية الحامية للرئتين شكل رقم (٢٢) من الداخل . كما يؤثر دخول كل من ثانى أكسيد الكربون وثانى أكسيد النيتروجين على وظائف الجهاز التنفسى . أما أكاسيد النيتروجين والهيدروكربونات وأول ثانى أكسيد الكربون فإنها تتفاعل فى وجود ضوء الشمس ؛ لإنتاج مايُسمى بـ "مركبات ضوء كيميائية "photo chemical smog ، والتى تسبب مشاكل صحية كبيرة .

وهناك مجموعة من البشر لديهم الحساسية للملوثات الهوائية ؛ فمثلاً المصابون بالربو لديهم حساسية لهذه الملوثات ، كما أن هناك كثيراً من



شكل (٢١) : تأثير جميع أجزاء جسم الإنسان بالملوثات المختلفة .



شكل (٢٢) : الأغشية الحامية للرئتين مكبرة تحت الميكروسكوب الإلكترونى .

أمراض الحساسية للجهاز التنفسى ، يصاب بها الإنسان فور تعرضه لتركيزات مستمرة من هذه الملوثات .

وتلعب الأمطار الحمضية دوراً هاماً وخطيرا فى صحة الإنسان ؛ حيث تقوم هذه الأمطار بصرف المعادن السامة فى مياه الشرب وفى الترع والقنوات والبحيرات ؛ حيث تُربّى فيها الأسماك ؛ فلقد لوحظ - مثلاً - ارتفاع تركيز الزئبق ، وهو من الملوثات الخطيرة جدا على الصحة ؛ نتيجة تلوث المياه بالأمطار الحمضية .

إن الضباب المخلوط بمركبات ضوء كيماوية وبعض الدخان تسبب فى موت ٤٠٠٠ شخص فى لندن عام ١٩٥٢ .من التأثير المباشر على القلب والرئتين . ومنذ عام ١٩٧٠ والحكومة الأمريكية تدفع عدة بلايين من الدولارات ؛ نتيجة مشاكل تلوث الهواء . وتدل التقارير الواردة من بولندا على أن مدينة "كاتوريس" تعتبر من أكثر مدن العالم تلوثاً . ويسبب هذا التلوث أضراراً خطيرة بالجهاز الدورى ، كما يسبب أمراضاً بالجهاز التنفسى والسرطان وتشوه الأجنة .

أهم آثار ملوثات الهواء على الإنسان

١ - أول أكسيد الكربون

ينافس ثانى أكسيد الكربون الأكسجين فى الادمصاص خلال الأنسجة. وقد لوحظ أن ذلك يحرم الإنسان والحيوان من ٢٠ ٪ من الأكسجين اللازم، ولقد اوضحت الدراسات أن غاز أول أكسيد الكربون يتواجد بكثرة فى

الأماكن المزدحمة بالسيارات ؛ مثل ميدان التحرير ، وميدان رمسيس ، وميدان الجيزة ، لدرجة أن درجة تركيزه وصلت إلى أكثر من ٥٣ جزيئاً فى المليون ، علما بأن المسموح به عالمياً لا يزيد على ٣٠ جزيئاً فى المليون . ويتسبب أول أكسيد الكربون فيما يأتى :

١ - ظهور حالة الدوار أو الإغماء .
٢ - قلة نشاط الإنسان وقلة إنتاجه .
٣ - قد تصل درجة التأثير إلى درجة التسمم فى التركيزات العالية .

٢ - أكاسيد النتروجين

تتواجد هذه الغازات فى عوادم كثيرة من المصانع ، وتؤثر تأثيراً مباشراً على الجهاز التنفسى . وقد وجد أن غازات أكاسيد النتروجين تتواجد بتركيزات عالية فى المناطق الصناعية بما يعادل ١٠ أمثال الحدود المسموح بها . وقد لوحظ أن هذه الأكاسيد تؤدى إلى :

١ - زيادة تركيز غاز الأوزون ؛ نتيجة لتفاعل هذه الأكاسيد مع الجو.
٢ - وجدت علاقة بين هذه الغازات فى هواء المدن وبين الإصابة بالأمراض الصدرية ، وخاصة لدى أطفال المدارس .
٣ - يؤدى وجود هذه الغازات فى الجو إلى ظهور الضباب الكيموضوئى، والذى يلعب دوراً هاماً فى تكوين الأوزون .

٣ - أكاسيد الكبريت

تنبعث هذه الغازات من عمليات احتراق الوقود ، وكذلك نتيجة

للتفاعلات الكيماوية ، وأثناء إنتاج حامض الكبريتيك فى مصانع الأسمدة الكيماوية ، ومصانع الكيماويات . كما أنه ينبعث نتيجة لاحتراق المازوت. ويمكن أن يخرج أيضاً من احتراق الفحم والبترول ، خصوصاً من الورش والمخابز وبعض المصانع ، وكذا من السيارات الديزل .

ويؤدى تلوث الجو بهذه الأكاسيد إلى :

١ - نزول الأمطار الحمضية ؛ نتيجة تفاعل هذه الغازات مع قطرات المياه وتكوين حامض الكبريتيك .

٢ - حدوث أضرار بالغة بالجهاز التنفسى .

٣ - تسبب هذه الغازات فى تآكل المعادن والآلات وأحجار البناء .

٤ - أوضحت الدراسات التى أجريت فوق مبنى نقابة المهن الهندسية بشارع رمسيس أنه بتعريض الورق لمدة ٣ شهور فقدت الأوراق نصاعتها بنسبة ٤٠ ٪ ، كما أنه احتوى على نسبة من حامض الكبريتيك ، وانخفضت مقاومة الورق للثنى بنسبة ٣٠ ٪ .

٤ - الرصـــاص

يعتبر الرصاص من أهم نواتج احتراق البنزين فى مصر . وفى الوقت نفسه هو أخطرها ؛ حيث يتم إضافة الرصاص إلى البنزين ؛ لتحسين خواصه، ورفع رقم الأوكتان . ويعتبر هذا العنصر ساماً جداً بالنسبة للإنسان والحيوان . ولقد أوضحت النتائج أن تركيز الرصاص يصل فى بعض مناطق القاهرة - أثناء الذروة - إلى ١٥ ميكروجراماً من الرصاص لكل متر مكعب هواء .

ولقد أوضحت الدراسات مايأتى :

١ - يؤدى هذا العنصر إلى أضرار صحية بالغة ؛ حيث يعطل عمل الإنزيمات .

٢ - يؤدى إلى حدوث فقر دم .

٣ - يؤدى إلى التخلف الدراسى للأطفال ؛ حيث يؤثر على خلايا المخ.

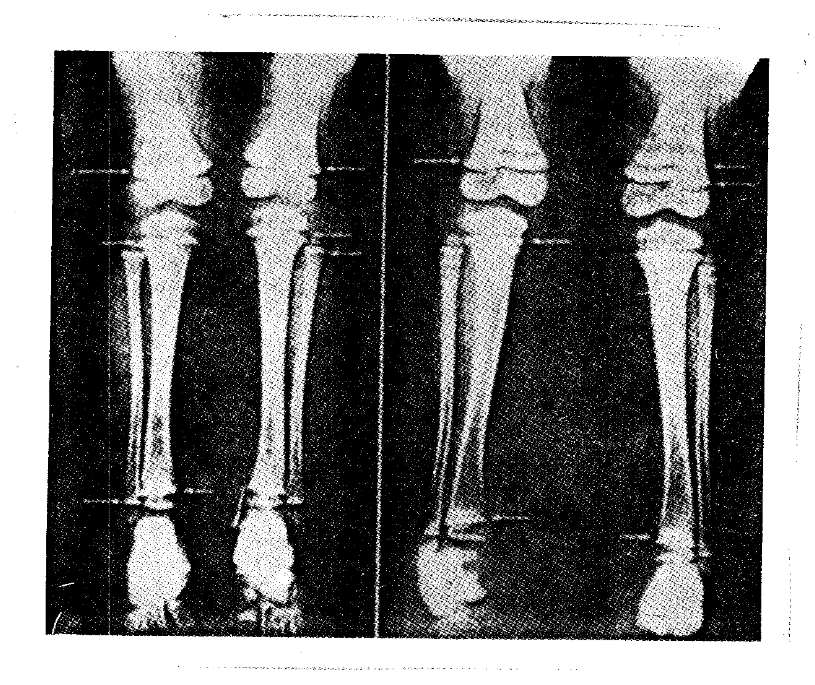
٤ - وجدت تركيزات عالية فى دم جنود المرور فى الشوارع المزدحمة ، وأوضحت الدراسة التى أجريت عليهم الآثار الجانبية لهذا العنصر على إنزيمات الدم ، وكذا على حدوث فقر الدم لدى الجنود ويترسب الرصاص فى عظام الأطفال شكل رقم (٢٣) .

٥ - السناج

السناج هو ذرات الكربون التى تظهر نتيجة لعدم الحرق التام للمواد ؛ مثل القار والسولار والكاوتش والفحم والبترول ؛ حيث تخرج كميات كبيرة من جزيئات الكربون فى صورة رقائق صغيرة ، تحمل معها جزيئات من الهيدروكربونات وبعض المعادن الثقيلة .

ولقد أوضحت الدراسات التى أجريت بالمركز القومى للبحوث أن هواء تالقاهرة يحتوى على تركيزات عالية من هذه المواد ، ويتضح ذلك - جلياً - من تلوث الملابس وتلوث الكتب فى المكتبات ، وتلوث المكاتب والأثاث فى الأماكن القريبة من وسط القاهرة .

ويؤدى تلوث الهواء إلى مايأتى :



شكل (٢٣) : ترسيب الرصاص فى عظام أرجل الأطفال .

١ - تؤدى الهيدروكربونات وثالث أكسيد الكبريت وبعض المعادن الثقيلة المصاحبة لجزيئات الكربون إلى الإصابة بالسرطان .

٢ - تؤدى كثرة هذه المكونات فى الجو إلى حجب الرؤيا ، وذلك واضح - جلياً - فى منطقة عين الصيرة بعد الخامسة مساء ؛ حيث يقوم أصحاب قمائن الطوب بحرق كميات كبيرة من مصاصة القصب ، وكذا كاوتش السيارات والمازوت وظهر جليا فى الكويت بعد حرق آبار البترول .

٣ - اتساخ المنازل والملابس ؛ مما يزيد من استعمال المنظفات الصناعية.

٦ - الهيدروكربونات

تلعب الهيدروكربونات دوراً هاماً فى تكوين الضباب الكيموضوئى ، كما تسبب الإصابة ببعض الأمراض السرطانية .

الآثار الحادة للملوثات

تبدو الآثار الحادة لتلوث الهواء على الإنسان عند حدوث المرض أو الوفاة . وهناك أمثلة واضحة لكوارث تلوث بيئية ، نسوقها على سبيل المثال ، وتتضح فيها الآثار الحادة والسريعة على الإنسان ، وأهمها حادثة المكسيك عام ١٩٥٠ عند تسرب غاز كبريتيد الأيدروجين السام من معمل تكرير البترول .

وقد وقعت حوادث مأساوية فى المصانع الكيماوية ، من بينها ماوقع أخيرا فى فليكسبور فى المملكة المتحدة عام ١٩٧٤ ، وكانت مأساة بهوبال بالهند عام ١٩٨٤ من أسوأ ماحدث ؛ حيث يتجمع الفقراء بجوار المصانع ؛ لعدم توافر المساكن الملائمة لهم .

وفى عام ١٩٧٦ حدثت مأساة سيفيرو ؛ فقد أثارت الفزع - بنوع خاص - بسبب حرقها بمنطقة آهلة بالسكان . وما حدث عام ١٩٨٧ بمنطقة الورديان بالإسكندرية أحد الأمثلة الصارخة لكوارث تلوث الهواء بالدخان .

وفى بلجيكا عام ١٩٣٠ والولايات المتحدة ١٩٤٨ حدثت كارثة مركبات الكبريت الخارجة من المصانع . وقد لعبت طوبغرافية المكان وكذا وقوف حركة الرياح دورا هاماً فى امتداد فعلها السام لفترة طويلة ؛ حيث تسببت فى موت كثير من كبار السن والأطفال ؛ بسبب التأثير على الجهاز الدورى والتنفسى . وفى لندن ١٩٥٢ كانت هناك علاقة واضحة بين عدد الوفيات وكميات الكربون والجسيمات الأخرى المعالقة بالدخان ، ودرجة تركيز أكاسيد الكبريت ، وذلك للسكان الموجودين بجوار المصانع ، والتى أصيب فيها السكان بأمراض الجهاز الدورى والتنفسى ، التى أدت إلى موت المصابين .

الآثار المزمنة والمتأخرة

تبدو الآثار المزمنة والمتأخرة واضحة من وقائع النتائج التى ظهرت ؛ نتيجة لتلوث الهواء بشدة فى الدول الآتية :

١ - فى انجلترا اتضح أن النزلات الشعبية المزمنة كانت أكثر وضوحاً بين موزعى البريد الذين يعملون فى مناطق ملوثة منها لدى الذين يعملون فى مناطق غير ملوثة . ووجدت علاقة كبيرة بين التلوث والنزلات الشعبية ، كما تسبب حرق الوقود فى تلوث خطير للهواء على نطاق مدينة لندن بأكملها ؛ نتيجة للضباب الدخانى الذى تسبب فى موت آلاف من المواطنين.

٢ - فى تشيكوسلوفاكيا أجريت دراسة على صحة الأطفال فى كل من المناطق الشديدة التلوث والمناطق الأقل تلوثاً . ولقد أوضحت النتائج أن الأطفال فى المناطق الشديدة التلوث تقل لديهم نسبة الهيموجلوبين فى الدم، ومستوى الكالسيوم والفسفور ، مع ظهور حالات الكساح بينهم ، علاوة على قلة النمو .

٣ - فى لوس أنجلوس ومكسيكى سيتى وساوبالو يتواجد الضباب الدخانى الضوء كيماوى .

٤ - فى آسيا وأفريقيا وأمريكا اللاتينية يؤدى استعمال الخشب والروث والفضلات الزراعية فى الأفران المفتوحة - فى حدود تركيزات خطيرة من الغازات السامة - إلى تراكم هذه المواد فى المنازل . وتدل التقديرات أن ١٪ من سكان الريف فى الهند ونيبال وعشرات الملايين من الناس يعانون أمراض القلب والرئة المزمنة ، وكذلك التهاب الشعب الهوائية المزمن ، وانتفاخ الرئة والربو والسرطان الأنفى البلعومى .

٥ - أوضحت الدراسة فى كثير من بلاد العالم وجود علاقة كبيرة بين أمراض الجهاز الدورى وتهيج العينين ، والحد من الرؤية ، ووجود طعم غريب فى الفم ، والاضطرابات المزمنة فى الجهاز التنفسى ، وبين كمية الملوثات الموجودة فى الهواء .

٦ - ثبت علمياً أن أول أكسيد الكربون ينافس الأكسجين فى الإمتصاص ؛ ولذلك يصاب رجال المرور فى الأماكن المزدحمة بالسيارات بفقر الدم .

٧ - نسبة انتشار الأمراض النفسية أكثر فى الأماكن الشديدة التلوث منها فى المناطق النظيفة .

٨ - ثبت وجود علاقة بين سرطان الرئة والمواد الضارة الموجودة بالهواء.

٩ - ثبت وجود علاقة بين حجب أشعة الشمس نتيجة تلوث الهواء ، خاصة حجب الأشعة فوق البنفسجية وإصابة الأطفال بلين العظام ؛ نتيجة لعدم تكوين فيتامين "د" .

أهم الوسائل العملية للوقاية من أخطار التلوث الناجمة عن المصانع المجاورة

١ - يفضل عدم السكن فى أماكن بها هذه المصانع كلما أمكن ذلك.

٢ - فى حالة الضرورة يفضل أن يكون السكن فى الجهة البحرية من المصانع ، وليس فى الجهة القبلية .

٣ - إذا لم تتوافر الوسيلتان السابقتان فيراعى فى هذه الحالة مايأتى:

أ - يفضل قفل جميع الشبابيك والأبواب التى تقع فى الجهة القبلية من المصنع .

ب - ضرورة تركيب طبقتين من السلك متتاليتين ؛ لتعملا كمصفاة ، لترسيب الهواء قبل دخوله.

جـ - يفضل استخدام المراوح الشافطة فى المنزل ، مع ضرورة تركيب مرشح عبارة عن طبقتين من القطن ، بينهما طبقة من الصوف الزجاجى ، لترشيح الهواء الداخل إلى المنزل .

د - محاولة زراعة أشجار عالية حول المنزل فى صفوف متلاصقة من الأشجار الطويلة ؛ مثل شجر الكازوارينا أو الصفصاف ، الذى يلعب دورا هاما فى ترسيب محتوى الهواء من المواد العالقة .

هـ - ضرورة وجود كميات كبيرة من النباتات داخل شبابيك المنزل والبلكونات والتراسات . ولحماية هذه النباتات يفضل عمل طبقتين من السلك ؛ لتقليل المواد الملوثة لهذه النباتات .

و - ضرورة زراعة كميات من نباتات الظل داخل المنزل . وفائدة الأشجار أو النباتات داخل المنزل هى إنتاج كمية كبيرة من الأكسجين ، وامتصاص كميات هائلة من ثانى أكسيد الكربون ، تستخدمها النباتات فى عملية التمثيل الضوئى .

ز - يفضل أن يخرج أفراد الأسرة كل أسبوع لمدة يومين ، يتعرضون فيهما لأشعة الشمس الساطعة والهواء النقى .

ح - يفضل فتح الشبابيك والأبواب فى عطلات المصانع أو ليلا ، عندما تكون المصانع متوقفة عن العمل .

ط - فى حالة ضرورة التواجد فى الهواء الملوث يفضل عمل كمامة يدوية ، تتكون من طبقتين من الشاش ، عرض كل طبقه ١٠ سم ، وبينهما طبقة من القطن تلف حول الأنف والفم .

التلوث الناتج من الأجهزة الحديثة

١ - التلوث الناتج من الثلاجات

أدى استخدام الثلاجات بكثرة فى المنازل إلى احتمالات تسرب غاز الفريون - ولو ببطء - من موتورات هذه الثلاجات ، بالإضافة إلى تعرض مستعملى الثلاجات أثناء الفتح والقفل لتيارات من الهواء البارد المشبع بالرطوبة ؛ مما يؤثر بطريق غير مباشر على الجهاز التنفسى .

٢ - التلوث الناتج عن أجهزة التكييف

لقد وهب الله الإنسان بيئة تتغير فيها درجة الحرارة والرطوبة على مدى اليوم ؛ فهى فى الصباح الباكر مختلفة عن وقت الظهيرة ، مختلفة عن المساء . وتختلف على مدار السنة صيفا وشتاء وربيعا وخريفا . وهذه التغيرات البيئية - على مدار اليوم أو العام - تؤثر تأثيراً مُحسًا بحكمة الخالق ، وله حكمة فى ذلك .

وقد لوحظ أن الإنسان الذى يعيش فى بيئة ثابتة من حيث درجتى الحرارة يكون أكثر حساسية وتعرضا للأمراض من الشخص الذى يتعرض لتغيرات جوية من حرارة ورطوبة وشمس وظل على مدى اليوم أو العام ؛ لذلك تعتبر أجهزة التكييف من الأجهزة ذات التأثير الممرض للإنسان على مر السنين ، وقد يكون التأثير غير ملحوظ ، ولكن الضرر قائم ، كما أنه ثبت علميا أن مرشحات الهواء فى أجهزة التكييف تعتبر مكانا ملائما لنمو كثير من الميكروبات ؛ ومن ثم .. فهى تعتبر مصدرا هاما للميكروبات المرضية للإنسان ، خاصة أمراض الرئة والحساسية .

٣ - أجهزة التلفزيون والكمبيوتر

يبث التلفزيون خلال إرساله كميات من الموجات الألكتورستاتيكية ، التى تنتقل عبر الهواء ؛ لتؤثر على الإنسان وعلى عينه . كما أن الأشعة فوق البنفسجية تلعب دورا هاما فى التأثير على المشاهد لفترات طويلة ، ويقوم الكمبيوتر بنفس الدور .

٤ - أجهزة صعق الذباب والبعوض

انتشرت فى الوقت الحاضر أجهزة صعق الذباب والبعوض . وترجع خطورة هذه الأجهزة إلى الضرر الناشىء عن الأشعة فوق البنفسجية التى تسبب حودث سرطان فى الجلد ، وضعفاً فى البصر ، وفى حالة ضرورة استعمالها يفضل عدم تواجد الإنسان بجوارها أو بالقرب منها .

أهم وسائل الحماية لتجنب خطر عوادم السيارات

١ - إذا كنت راكبا سيارة

أ - يجب أن يكون الموتور فى حالة جيدة . ويفضل أن يتم تركيب أحد المرشحات أو الأجهزة السابقة ؛ لمنع خروج غاز من الشكمانات .

ب - يفضل استخدام البنزين العالى الجودة الخالى من الرصاص .

جـ - يفضل إغلاق شبابيك السيارة ؛ لتجنب التعرض المباشر لعوادم السيارات المجاورة لسيارتك .

د - يفضل إبطال الموتور عند التوقف ؛ إسهاماً فى الإقلال من كمية الملوثات فى الجو .

هـ - فى الأماكن المزدحمة بالسيارات يمكنك عمل كمامة يدوية تتكون من قطعتين من الشاش ، بينهما شريحة رقيقة من القطن المرطب بالماء ، يتم استعمالها فى هذه المناطق فقط .

و - يمكن تكليف كهربائى التكييف بتركيب فلتر فى مقدمة الجزء الذى يدخل فيه الهواء إلى داخل السيارة ، يتكون من عدة طبقات متبادلة من

الصوف الزجاجى والقطن ، ويتم تغييره كل فترة من الزمن .

٢ - إذا كنت فى محل أو ورشة

١ - يجب أن تقوم بزراعة عدة أشجار أمام المحل أو الورشة مثل أشجار البونسيانا والصفصاف أو أشجار الفيكس لتقوم بانتاج كمية كبيرة من الأكسجين وحيث تقل نسبة الأكسجين فى المناطق المزدحمة بالسيارات بالاضافة إلى أن هذه الأشجار تستهلك كمية كبيرة من ثانى أكسيد الكربون.

ب - يفضل للأفراد عدم التعرض المباشر للهواء المحمل بعوادم السيارات داخل المحل ويفضل عمل عدة عوائق فى صورة حوائط متعرجة من البلاستيك أو السلك أو الخشب ، بقصد ترسيب محتويات الهواء من المواد الصلبة ويفضل اغلاق أبواب المحل تماما مع تركيب مراوح شافطة للهواء - مركب عليها فلتر عبارة عن طبقات متتالية من القطن والصوف الزجاجى .

جـ - يفضل صرف نصف لتر لبن لكل عامل بالمحل بقصد تعويض فقر الدم الناتج عن التعرض لهذه المواد الضارة .

٣ - اذا كنت فى أحد المساكن فى المناطق المزدحمة بالسيارات

أ - يفضل زراعة أعداد كبيرة من النباتات ، سواء فى الشبابيك ، أم البلكونات ، أم فى الحديقة ؛ بقصد زيادة كمية الأكسجين فى الجو المحيط، وكذا استهلاك كميات كبيرة من ثانى أكسيد الكربون .

ب - يفضل إغلاق الأبواب والشبابيك إعتبارا من الساعة ٩ صباحا وحتى الساعة ١٠ مساء ، مع تركيب شفاطات تسحب الهواء إلى الداخل، مع تركيب مرشحات عبارة عن طبقات متتالية من القطن والصوف الزجاجي .

جـ - يفضل مغادرة الشقة يومين - على الأقل - من كل أسبوع ، فى أماكن بعيدة عن المناطق الملوثة ؛ لاستنشاق كميات كبيرة من الهواء النقى .

وعادة .. يتم زراعة النباتات فى النوافذ باستعمال صناديق توضع خارج النوافذ أو بداخلها . ويفضل فى هذه الحالة أن تكون النباتات داخل النوافذ، أو تزرع فى أصص ، ثم توضع فى الصناديق المصنعة من الخشب أو الصاج أو الأسبستوس الأسمنتى المضغوط . وبعد أن يُعدّ الصندوق الخشبى بأبعاد حسب النافذة وحسب نوع الأصص والنباتات المزروعة .. يتم تبطينه بمادة عازلة للرطوبة من الأسفلت الساخن ، أويبطن من الداخل بالصاج غير القابل للصدأ ، أو رقائق الرصاص ، ثم توضع طبقة من الزلط سمكها ٢ - ٣ سم ، ثم طبقة من الرمل سمكها ٣ سم ، ثم يكمل بطمى مخلوط بـ"١٠" ٪ سبلة أو بيت موث .

ويتم الشىء نفسه فى حالة استعمال الأصص . ويجب التأكد من عدم وجود ثقوب بالأصص أو الصناديق الخشبية .

هذا ويفضل بعض الناس استعمال نباتات الظل المعلقة فى الحجرات أو البلكونات . وفى هذه الحالة يتم تعليقها بالأسقف . ويراعى فى جميع الأحوال ضرورة ألايتسرب الماء من الأصص أو الأوانى ؛ حفاظا على محتويات المنزل .

ويمكن زراعة أعداد كبيرة من نباتات الظل داخل المنزل ، كما يمكن زراعة

أعداد كبيرة من النباتات الحولية الشتوية أو الصيفية أو الصبارات. وتعتبر هذه الطريقة أسهل الطرق للتخلص من ثانى أكسيد الكربون ، وزيادة نسبة الأكسجين فى الجو المحيط بالأسرة ، مع مراعاه فتح بعض الشبابيك ليلا ، حيث إن هذه النباتات تتنفس ليلا ، حيث تأخذ الأكسجين وتعطى ثانى أكسيد الكربون . ولقد أثبتت البحوث أن الأتوبيس الواحد يحتاج إلى زراعة ١٠٠ شجرة ، بينما تحتاج السيارة الصغيرة إلى زراعة ١٠ شجرات لامتصاص ماتنتجه السيارة من ثانى أكسيد الكربون فى السنة .

احـــــذر

احذر التعرض لهواء ملوث أو شرب ماء ملوث أو التغذية على غذاء ملوث ؛ فإن كل هذه الملوثات لابد أن تمر على الكبد . والكبد هو أكبر غدة فى جسم الإنسان ، ويتركب من عدد كبير من الفصوص الصغيرة ، ويحوى الشعيرات الصفراوية التى تحمل إفراز الصفراء . ويقوم الكبد بإفراز العصارة الصفراوية ، كما أنه يقوم باستخلاص السموم ومعادلتها وإبطال مفعولها ، ثم التخلص منها عن طريق إفرازها مع العصارة الصفراوية .

وكلما ازدادت المواد الملوثة التى تصل إلى الكبد .. ازداد إنهاكه ؛ حيث تؤدى كثرة عمله إلى مايسمى بـ "الفشل الكبدى"، بالإضافة إلى الملوثات التى تصيبه مباشرة ، وإذا فشل الكبد فى تكسير المواد السامة فإنها تتحرك فى الدم ؛ حيث تخزن فى أجزاء من الجسم ، مسببة الإصابة بالسرطان .

- احذر التعرض لهواء ملوث أو شرب ماء ملوث أو التغذية على غذاء

ملوث ، فإن هذه الملوثات تمر على الكليتين اللتين تقعان على جدار البطن الخلفى ، واحدة على كل جانب من العمود الفقرى . وتتركب الكلية من محفظة الكلية ، وطبقة القشرة ، وطبقة النخاع . وتقوم الكلية بإخراج الفضلات الناتجة من عملية التمثيل الغذائى فى الجسم ، وإفراز السموم وفضلات العقاقير التى يلزم الجسم التخلص منها ، بالإضافة إلى فوائد أخرى كثيرة . ويمكن اعتبار الكلية مصفاة للمواد السامة . وكلما زادت هذه المواد السامة زاد إنهاك الكلية ؛ ويؤدى ذلك إلى فشلها فى فصل هذه السموم ، وهذا مايسمى بـ "الفشل الكلوى"، حيث لاتقوى الكلية - فى هذه الحالة - على فصل السموم ؛ مما يتسبب فى تزايد تركيز هذه السموم فى الدم .

- احذر التعرض المستمر لتيار هوائى - به تركيزات عالية من الملوثات- فى الميادين العامة ، والشوارع المزدحمة ، وبجوار المصانع التى تبث كمية كبيرة من الملوثات.

- احذر التواجد داخل ورشة ميكانيكية للسيارات أثناء تجربة السيارة، حيث تخرج كميات كبيرة من الأدخنة ، وثانى أكسيد الكربون ، وأول أكسيد الكربون ، وأكاسيد الكبريت والكربون والألدهيدات . ويجب أن يقوم أصحاب هذه الورش بتركيب ماسورة خاصة ، يسهل تركيبها فى شكمانات السيارات ، وتتصل هذه الماسورة بمروحة ، وتفتح أعلى العمارة.

- احذر التواجد فى مكان مغلق (سيارة - حجرة - نادى - معمل)، يقوم بعض الأفراد فيه بالتدخين ؛ حيث إن السيجارة تخرج كميات كبيرة من المواد السامة . وعلى الرغم من عدم قيام بعض الأفراد بالتدخين

إلا أنهم يتنفسون نفس المواد السامة كالمدخن .

- يفضل قفل شبابيك السيارة عند الإشارات ؛ حيث تتعرض لكميات كبيرة من عوادم السيارات من السيارات المجاورة .

- إذا اضطررت إلى السكن بجوار مصانع .. يفضل السكن فى المناطق البحرية من المصنع ؛ حتى لاتحمل الرياح الملوثات لك ولعائلتك .

- إذا كنت داخل مصنع فيجب اتخاذ كل الإجراءات الوقائية التى ينصح بها الأمن الصناعى ؛ وذلك لحماية نفسك من التلوث .

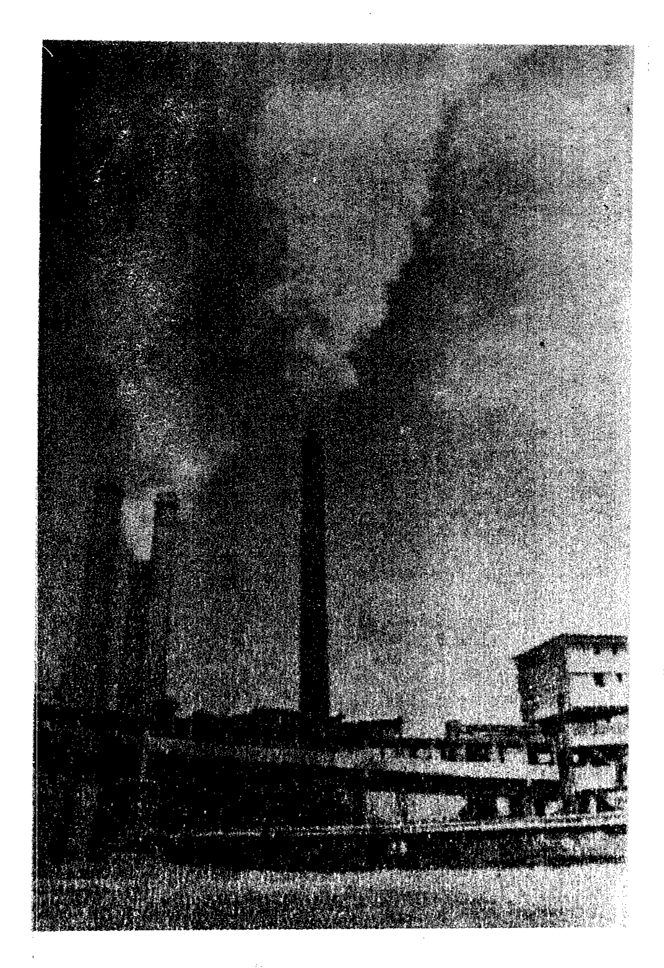
لقد أصبحت الأعداد الهائلة من المصانع - الموجودة حاليا داخل المدن أو قرب أطرافها - تشكل ضررا صحيا على المواطنين القاطنين بجوارها، سواء أكانت هذه المصانع كبيرة ، أم مصانع صغيرة شكل رقم (٢٤) ، فى صورة مسابك وورش صغيرة لسبك وتصنيع المعادن ، أو لإنتاج المواد الكيماوية .

ولإعطاء فكرة مبسطة عن دور بعض هذه المصانع فى تلويث البيئة فعلينا أن نعرف أن أكثر من ٥ر٥ ٪ من الطاقة الإنتاجية لأفران مصانع الأسمنت تتطاير فى الهواء ، ويمكن إحصاء هذه الكمية بما يعادل ٢٠٠ طن يوميا تقذف فى الهواء من المصنع الواحد شكل رقم (٢٥) .

وينشأ عن تواجد هذه الخامات (التى تتكون عادة من سليكات ثنائى الكالسيوم وسليكات ثلاثى الكالسيوم وألومنيات ثلاثى الكالسيوم والومنيوفريت رباعى الكالسيوم ، وهى الناتج من خليط الحجر الجيرى والرملة والطفلة وخام الحديد وتسخينها على درجة ١٤٥٠° م) أضرار



شكل (٢٤) : مسبك معادن وكميات لايمكن للإنسان تصورها من الدخان والمواد الملوثة.



شكل (٢٥) : مايخرجه أحد مصانع الأسمنت من أتربة وملوثات فى السماء .

بالصحة العامة ، منها على سبيل المثال لا الحصر مايأتى :

١ - يسبب دخول هذه الأتربة الأسمنتية إلى داخل الرئة تحجر الرئة .

٢ - تسبب هذه الأتربة الإصابة بأمراض الحساسية .

٣ - تسبب هذه الأتربة كثيرا من الأمراض الجلدية للمعرضين لها .

٤ - تسبب هذه الأتربة إصابة الإنسان بالالتهاب الرئوى ومرض السليكوزس .

٥ - ثبت أن وجود الأتربة فى الهواء يسبب بعض الأمراض النفسية خاصة للأطفال .

٦ - أثبتت البحوث احتمال إصابة الإنسان بقرحة المعدة نتيجة لكثرة التعرض لها .

٧ - تعمل هذه المواد على حجب الأشعة فوق البنفسجية بنسبة ٣٠٪؛ مما يؤثر على تكوين فيتامين (د) الطبيعى الذى يسبب نقصه لين العظام فى الأطفال .

٨ - موت الأشجار والمزروعات باعتبارها كائنات حية نتيجة لتراكم هذه المواد عليها شكل رقم (٢٦) . وبدراسة كميات الملوثات التى تخرج فى الهواء فى منطقة صناعية وجد أنه فى بعض الأوقات قد تصل كمية هذه الملوثات إلى ٢٠٠ / ميكرجرام / م٣ هواء ، وتشمل هذه أنواعاً كثيرة من المواد الضارة بالصحة ، والتى تخرج مباشرة من المصانع أو من الأفران عن طريق المداخن . وفى بعض الحالات تكوّن الغازات حوالى ٩٠ ٪ من الملوثات ، وقد تنشأ ملوثات ثانوية نتيجة تفاعل بعض الملوثات الأولية مع الجو ؛ مثل الأوزون وبعض المركبات الضوء كيماوية ؛ فعلى سبيل المثال يمكن أن تتفاعل قطرات الماء مع أكاسيد الكبريت ومركباته ؛ لتكون

شكل (٢٦) : الأشجار ميتة بجوار أحد مصانع الأسمنت .

الأحماض التى تتساقط فى صورة أمطار حمضية فى كثير من الدول الأوربية .

أما الدخان فهو خليط من مجموعة من الغازات الناتجة عن الحرق ، أو البخر ؛ فإذا كان لونه أسود أو رمادياً .. فيعنى ذلك أنه يحتوى على كربون غير محروق حرقاً كافياً ، وإذا كان بنياً محمراً .. فان ذلك يعنى أنه يحتوى على أكسيد الحديد الذى يخرج عادة من مصانع الحديد والصلب ومصانع الفحم شكل رقم (٢٧) ، وقد يحتوى الدخان على السليكا والفلوريد والألومنيوم والرصاص وبعض المركبات العضوية من الهيدروكربونات والأحماض والقواعد والفينولات .



شكل (٢٧) : أشجار وألوان مختلفة من الدخان وعوادم المصانع ناتجة فى منطقة صناعية .

الفصل التاسع

اقتصاديات تلوث الهواء وحمايته

إن علم الإقتصاديات البيئية يعامل البيئة على أنه كيان اقتصادى له ندرة وأولويات ؛ حيث تظهر المشكلة الاقتصادية فى الأحوال التى تعجز فيها الموارد عن إشباع الرغبات البشرية المتنافسة ، كما ترتبط بعلاقات سببية . يتفاعل الإنسان مع ما يحيط به من موارد البيئة . وتبحث اقتصاديات البيئة فى كيفية الاستخدام الأمثل لموارد البيئة فى مواجهة الطلب المتزايد والمتنافس عليها ، والذى أصبح يفوق المعروض منها ؛ بهدف تحقيق الرفاهية لأفراد المجتمع .

وهناك بعد آخر هام فى بحث أقتصاديات البيئة هو البعد الزمنى فى حدود أسبابها وآثارها على البنيان الاقتصادى ؛ فقد تطول هذه التغيرات أو تقصر ، وفقا لأسلوب تغيرها وكيفية معالجتها . وعلى هذا الأساس تسهم اقتصاديات البيئة بالتحليل الاقتصادى للعلاقات بين الأهداف الاقتصادية وبين الآثار الإيجابية والسلبية . وأهم العوامل المؤثرة على حجم واتجاهات هذه الآثار المقتصد القومى .

ولتوضيح اقتصاديات تلوث الهواء وحمايته سنتابع ما يحدث فى أحد مصانع الأسمنت كمثال من الوحدات التى تقوم بتلويث البيئة ، وتناقش اقتصاديات التلوث والحماية منها معا.

يقوم هذا المصنع بحقن الهواء - يومياً - بكميات هائلة من ثانى أكسيد الكربون والكربون والألدهيدات والكيتونات وغيرها من المواد الناتجة : عن حرق ۸۰۰ طن سولار يوميا ؛ فلو تم استبدال هذا السولار بالغاز الطبيعى ، أو لو تم حرق السولار حرقاً كاملا ..لانخفضت كميات الملوثات الخارجة من المداخن إلى درجة كبيرة جدا ؛ حيث سيكون الناتج الخارج فقط هو عبارة عن ثانى أكسيد الكربون وبخار الماء ، وهذه المواد تقدر البيئة على استيعابها ؛ حيث تقوم النباتات باستهلاك ثانى أكسيد الكربون المتكون ، أما الماء فستتكون منه السحب ، ولن تكلف هذا الشركة إلى قروشا ضئيلة ، إذا قورنت بالأضرار الاقتصادية التى ستحدث فيما بعد . كما يخرج يوميا من خلال مداخن المصنع كميات من الأتربة والأسمنت تعادل فى المتوسط ٢٥٠ طناً يوميا ، وهذه الكمية يقوم المصنع بطحنها وخلطها وتسخينها حتى درجة حرارة ١٤٠٠ °م ؛ أى إن المصنع استهلك فيها مواد خام بثمن ، وتم تكسيرها وطحنها بثمن ، وقام بتسخينها بوقود ذى ثمن ، ثم قام المصنع بإلقائها فى الهواء ؛ ومعنى ذلك أن المصنع قد قام بعقد جزئى كبير من الطاقة الإنتاجية خلال مداخنه بالإضافة إلى هذه الكمية من الخامة .

هذا هو الضرر المباشر الاقتصادى الحادث فى الشركة ، ثم بعد ذلك .. فإن هذا الهواء - الذى يتناثر فى المنطقة كلها -يسبب أضراراً اقتصادية للمصنع أو للعمالة أو للمواطنين ، أو لمواطنى مدينة القاهرة ، أو لمصر ، أو لإفريقيا ، ثم المحيط الحيوى كله . وهذه الأضرار هى :

١ - تسبب هذه الملوثات سرعة استهلاك قطع الغيار ؛ نتيجة لقيام هذه الأتربة بعمل مناطق زحتكاك بين أجزاء الآلات ، يستوجب تغييرها.

٢ - تتسبب فى زيادة الأعطال فى أسطول النقل التابع للشركة ؛ حيث تتأثر الموتورات والأجزاء المتحركة لهذه السيارت .

٣ - تتسبب فى زيادة التكاليف ؛ بسبب الغياب والمرض ونقص الكفاءة الإنتاجية والإنتاج ؛ نتيجة لمرض العمال .

٤ - تسبب ذلك فى انخفاض مدى الرؤية فى الشركة وفى المناطق المحيطة بها ، مما دفع الناس إلى إغلاق النوافذ والأبواب ؛ مما يضطرهم إلى أستهلاك كميات هائلة من الكهرباء .

٥ - يؤدى ضغط الرؤية فى المناطق المحيطة إلى كثرة الحوادث أو بطء السير بالسيارات ؛ مما يعطل حركة المرور.

٦ - زيادة تكاليف إصلاح المبانى والممتلكات العقارية فى المنطقة ، وتشويه المنظر الجمالى للمنطقة ، لتراكم الأتربة والملوثات عليه .

٧ - تلف المحاصيل والنباتات والأشجار فى المناطق المجاورة للمصنع ؛ لكثرة المواد الضارة التى تغطى أوراق هذه النباتات .

٨ - هذا بالإضافة إلى أضرار عامة على صحة المواطنين فى المنطقة ؛ حيث ارتفعت نسبة الإصابة بأمراض الحساسية ، وأمراض الجهاز التنفسى، والأمراض الجلدية .

٩ - ارتفاع درجة الحرارة فى المنطقة ، وماله من تأثير عام على حركة الهواء والرياح ، مع الضرر الأكبر الناتج عن زيادة الملوثات فى الجو ومايتبعه من تغيرات فى المناخ الإقليمى والمناخ العالمى .

١٠ - يضاف إلى ذلك - وهو الأهم - أثر هذه الملوثات على صحة الإنسان ؛ فلقد أثبتت البحوث أن هذه الأتربة والغازات الضارة قد تسبب إصابة الإنسان بكثير من الأمراض ، نذكر منها مايأتى :

١ - الإصابة بمرض السليكوزس والتحجر الرئوى.

٢ - الإصابة بأمراض الجهاز التنفسى ، خاصة الحساسية والالتهاب الرئوى .

٣ - إصابة الكبد والطحال بالعناصر الثقيلة ، خاصة السليكا التى تمر فى الدم ، لتصل إلى الكبد والطحال .

٤ - وجدت علاقة بين بعض هذه المركبات والإصابة بسرطان الرئة .

٥ - تلاحظ إصابة المعرّضين لهذه الأتربة - بشدة - بقرحة المعدة .

٦ - تؤثر هذه الأتربة على جلد الإنسان ، وتؤدى إلى كثير من الأمراض الجلدية ، وأبسطها القشف وجفاف الجلد .

٧ - عادةمايصاب الذين يعملون بالكسارات والمطاحن والأفران بالأمراض السمعية والبصرية .

٨ - فى دراسة شيقة على تلاميذ المدارس المجاورة للمصنع - حيث كانت هناك منطقة شديدة التلوث ، ومنطقةنصف ملوثة ، ومنطقة خالية من التلوث - أمكن الحصول على النتائج الخطيرة التالية :

١ - كان الأطفال فى المنطقة الملوثة شديدى التعرض لأمراض الحساسية وأمراض الجهاز التنفسى ، بعكس المنطقة الخالية من التلوث .

٢ - بمقارنة صدر الأطفال بأشعة X وجدت فروق واضحة بين صدر الأطفال فى المناطق الملوثة ، وصدرهم فى المناطق غير الملوثة .

٣ - كانت أمراض العيون مرتفعة جدا فى المناطق الملوثة عنها فى المناطق النصف ملوثة ، عنها فى المناطق غير الملوثة .

٤ - كانت إصابة جلد الأطفال فى المناطق الملوثة بالجفاف وبأمراض الجلد أكثر منها فى الحالة النصف ملوثة ، بينما كان طبيعيا فى المناطق غير الملوثة .

٥ - كانت الحالة العصبية والنفسية للأطفال فى المناطق الملوثة أكثر منها فى المنطقتين الملوثة وغير الملوثة .

وإذا درسنا اقتصاديات الأضرار الناتجة عن عدم الحد من الملوثات الخارجية من هذا المصنع .. لوجدنا أن هذه الأضرار تعادل آلاف المرات ثمن تركيب وحدة فلتر للمداخن ، أو ثمن تغيير نظم مصادر الصاقة . هذا بالإضافة إلى الأثر الذى لايمكن أن يقدر بثمن ، وهو مايحدث لصحة الإنسان ؛ حيث إن الأثر فى مجال صحة الإنسان يعادل آلاف المرات ثمن وحدات منع التلوث .

قدر علماء البيئة أثر الضرر الاقتصادى الناتج من تلوث الهواء على الإنتاج الزراعى ، ونمو الغابات ، وتلوث المياه ،والمبانى بما يعادل ١٪ فى فرنسا ، و٢٪ فى هولندا . علماً بأنه لم يدخل فى الضرر الاقتصادى التأثير على صحة الإنسان ، والذى يفوق الضرر الاقتصادى السابق .

لقد أوضح تقرير الأمم المتحدة أن الأمطار الحمضية تسبب أضراراً اقتصادية خطيرة جداً ، سواء فى مصادر الأسماك ، أم فى الغابات ، أم

الزراعة ، أم الحياة البرية ، وكذا على خصوبة البيئة .

لقد تسببت الأمطار الحمضية فى اهدار الحياة المائية فى معظم البحيرات فى كندا والولايات المتحدة وأوربا .

كما تسببت الأمطار الحمضية فى أضرار خطيرة فى تلويث مياه الشرب؛ حيث تتسبب حموضة المياه فى إذابة بعض العناصر السامة من البحيرات والأراضى .

لقد وصلت حموضة بعض المياه إلى أكثر من ٤ر٥ ، وتسبب ذلك فى زيادة عنصر النحاس والزنك والكالديوم والألمونيوم بنسبة ١٠ - ١٠٠ ضعف عن محتوى المياه النقية .

وسائل حماية الهواء من التلوث

لقد اهتمت الثورة عند قيامها بإنشاء قلعة صناعية لتحسين مستوى المواطنين ، وأنشأت فى خلال هذه الفترة أكثر من سبعمائة وخمسين مصنعا ، سواء الثقيل منها ، أم مصانع لإنتاج المواد الغذائية أو الحديد أو النحاس أو الورق ... إلخ . ولقد كان الاهتمام - فى المراحل الأولى من التشغيل - بالإنتاج دون أى اهتمام ، أو مع اهتمام بسيط بمشكلة تلوث البيئة وأثره على صحة المواطن .

واستمرت هذه الحال عشرات السنين ، إلى أن تفجرت مشكلات تلوث البيئة ، ليس على المستوى المحلى فقط ، ولكن على المستوى العالمى أيضا .

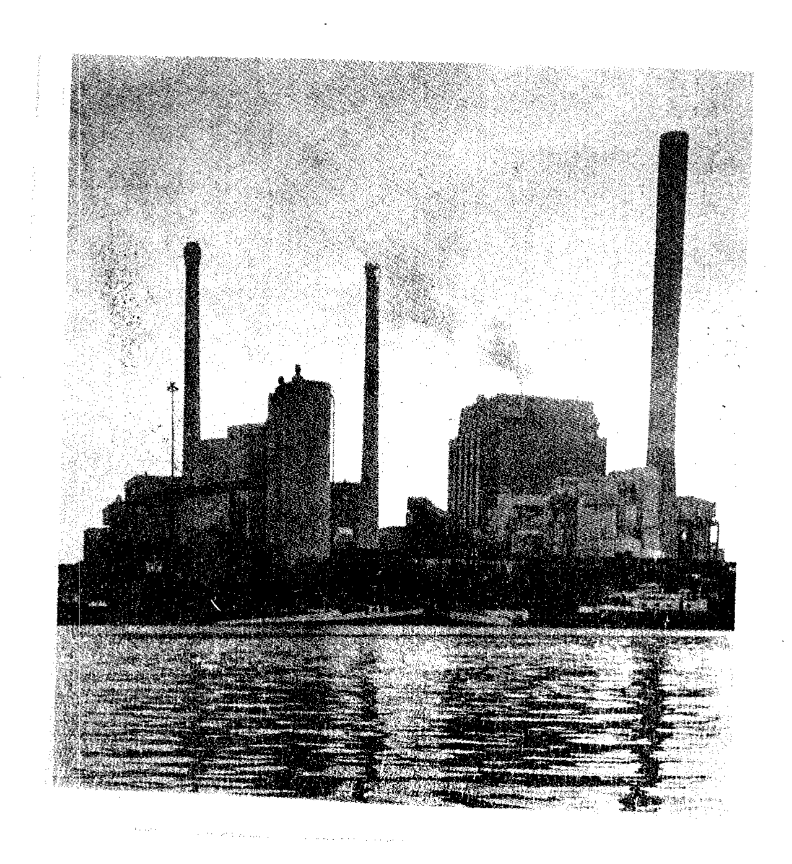
لقد كانت مشكلة تلوث البيئة مشكلة ثانوية . ومما ضاعف من ثانويتها أن تكنولوجيا حماية البيئة من التلوث كانت مرتفعة الثمن ؛ مما دعى كثيرا من الشركات إلى عدم التفكير فى مبدأ تزويد مصانعهم بمرشحات هواء ، أو بوحدات لمعالجة المياه قبل صرفها فى البحر أو النيل أو الترع أو البحيرات شكل رقم (٢٨) ؛ حيث كانت أرخص الطرق وأسرعها تتمثل فى دفن النفايات الغازية والأتربة فى السماء ، أو إلقاء مياه صرف المصانع دون أية معالجة فى مياه البحر الأبيض المتوسط ، أو فى مياه النيل ، أو فى الترع والبحيرات .

ولقد اهتمت الدولة اهتماما شديداً بوسائل حماية الهواء من التلوث ؛ فأصدرت قوانين تحمى هذا الهواء من التلوث ، وأجبرت وزارة الصناعة المصانع على ضرورة تركيب وحدات لتصفية الهواء من الملوثات قبل دفنه فى السماء .

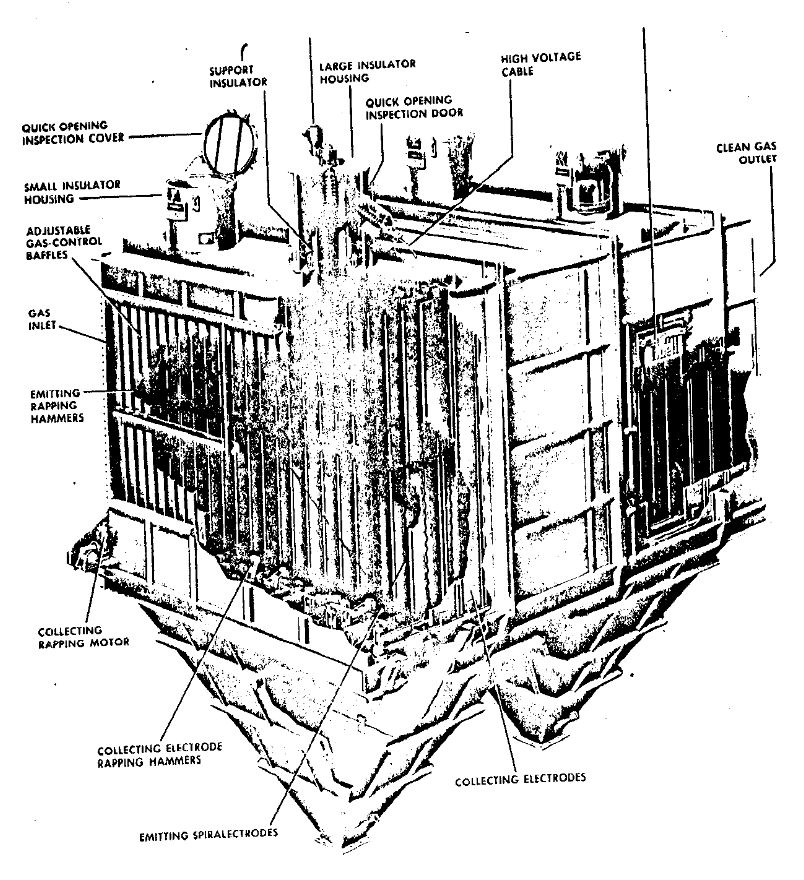
ولمنع تلوث الهواء .. بدأت بعض المصانع فى استخدام الوسائل الآتية :

١ - استبدال نوع الوقود بنوع آخر ؛ مثل استخدام الكهرباء والغاز الطبيعى والطاقة النووية بدلا عن السولار والفحم .

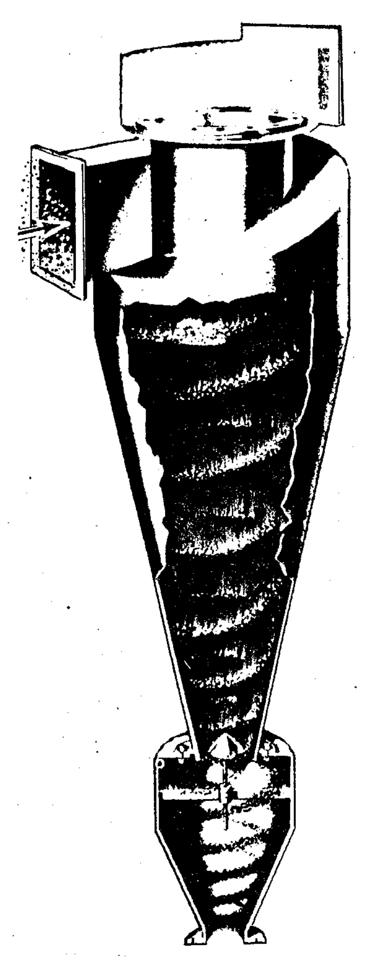
٢ - استخدام مرشحات الهواء فى المصانع ، سواء أكانت المرشحات الإلكترو إستاتيكية شكل رقم (٢٩) ؛ مثل مرشحات مصانع الأسمنت ، أم المرشحات الميكانيكية - أم باستخدام وسائل لترسيب الملوثات من الهواء ، سواء بالطرد المركزى ، أم بالترسيب فى غرف كبيرة ، أم بارتطام الجزيئات بعدة حواجز ، أم باستخدام المرشحات على هيئة كيس ، أم باستخدام وسائل ترطيب الهواء ؛ للمساعدة على تجميع الحبيبات وتكبيرها ؛ لإتاحة الفرصة لترسيبها شكل رقم (٣١) .



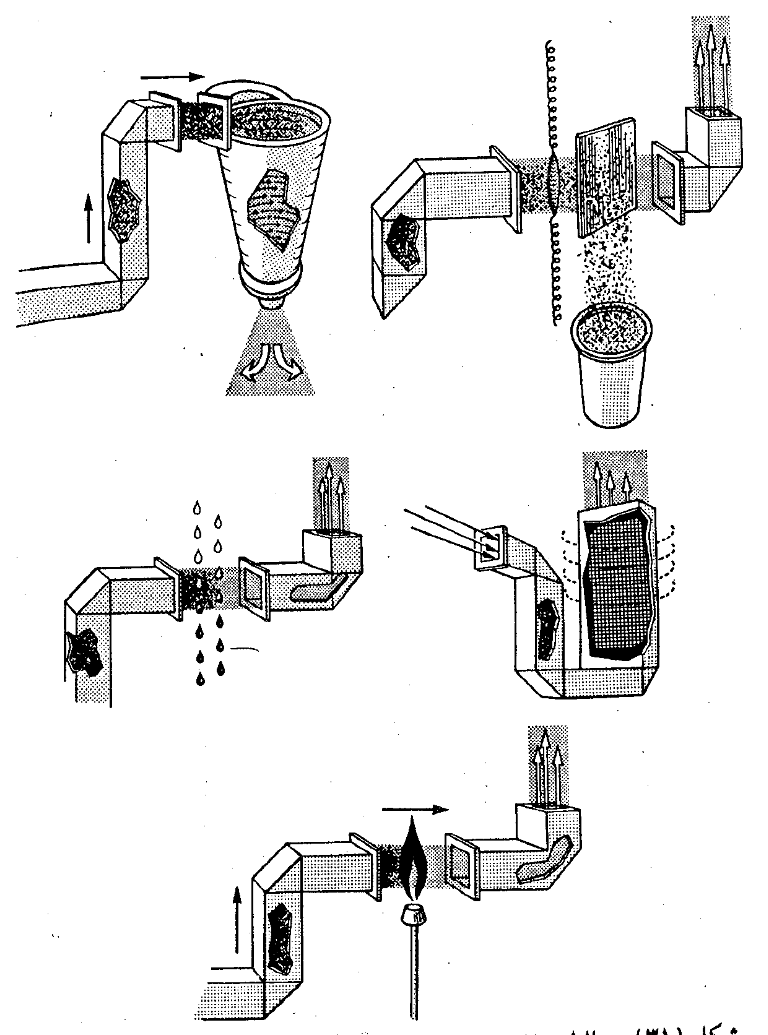
شكل (٢٨) : أحد المصانع يصب مخلفاته فى الهواء والماء .



شكل (٢٩) : المرشح الإلكتروستاتيكى الذى يركب بمصانع الأسمنت لترشيح الهواء من تراب الأسمنت .



شكل (٣٠) : ترسيب الملوثات الصلبة عن طريق السيكلون .



شكل (٣١) : الطرق المختلفة لإزالة ملوثات الهواء .
(أ) بالطرق الميكانيكية . (ب) بالمرشحات .
(جـ) بالمرشحات الإلكتروستاتيكية .
(د) بالطريقة الرطبة . (هـ) عن طريق الحرق .

٣ - استخدام مرشحات الشكمانات فى السيارات ؛ حيث أنتجت الشركات ثلاثة أنواع من المرشحات . الأول مرشح إلكترونى يقوم بضبط نسبة الأكسجين إلى كمية الوقود ؛ لضمان حرق الوقود حرقاً كاملاً .

والنوع الثانى .. المرشحات التى تتكون من البلاتين ؛ حيث تقوم بتخليص الهواء من معظم الملوثات الضارة بالصحة . ويعاب على هذه المرشحات ارتفاع أثمانها ، كما أنها تتلف بسرعة إذا كان البنزين محتويا على مادة الرصاص .

أما النوع الثالث .. فهو مرشحات من كيماويات ماصة ؛ حيث توضع هذه الكيماويات فى علب خاصة فى آخر الشكمان ، تقوم بامتصاص المواد الضارة من العادم .

وتحاول كثير من الدول - فى الوقت الحاضر - استخدام أنواع أخرى من الوقود غير البنزين ؛ مثل الإيثانول بدلا عن البنزين ، أو استخدام الطاقة الشمسية فى إنتاج كهرباء ؛ لإدارة موتور كهربائى للسيارة ، أو باستعمال الغاز الطبيعى فى إدارة المحرك ، ولكنها مازالت فى صورة تجارب لم تدخل النطاق التجارى .

٤ - استخدام التشجير كإحدى الوسائل الناجحة فى تصفية الملوثات من الجو ؛ حيث تعمل غابة الأشجار كمصفاة لتصفية الهواء الجوى . كما ثبت أن كثيراً من أنواع الأشجار تمتص كميات هائلة من ثانى أكسيد الكربون ، وتُخرج كميات كبيرة من الأكسجين ، كما أن بعض النباتات لها القدرة على امتصاص بعض المواد الضارة ؛ مثل أكاسيد الكبريت ، وأول أكسيد الكربون . وقد ثبت أن للشجرة الخضراء دوراً فى حماية البيئة من التلوث .

أساسيات وسائل مكافحة تلوث الهواء

١ - إذا فرض وجود مصدر لتلوث الهواء .. فيجب :

أولا : مكافحة هذا التلوث من المنبع بإضافة وحدة حماية ، أو بتغيير نوع الوقود ، أو بإصلاح العطب المتسبب .

ثانيا : التخلص من الملوثات بتوزيعها فى الهواء .

أولا : مكافحة التلوث من المنبع

١ - عن طريق منع الملوث من الخروج .

٢ - إذا خرج الملوث .. فيجب تحطيمه أو صيده قبل أن يصل إلى الهواء الجوى .

وحيث إن أفضل الطرق هو منع الملوث من الخروج .. فإذا لم نتمكن من ذلك .. فيجب اتخاذ أحد الإجراءات التالية :

أ - إذا كانت المعدات تعمل .. ففى هذه الحالة يمكن :

- تعديل نوعية وكميات مواد التشغيل الأساسية .
- إحداث تعديل أو تغيير فى وسائل التشغيل .
- تعديل أو تغيير طريقة التصنيع .
- استخدام طرق تصنيع أخرى كبديل عن هذه الطرق المستخدمة ؛ للحصول على نفس المنتج ، ولكن بأقل كمية من الملوثات .
- زيادة كفاءة الآلات أو طريقة التشغيل .

ب - إذا كانت هناك نية لتغيير طريقة الإنتاج .. فيجب البحث أولا عن

طرق جديدة تقلل من الملوثات ، وذلك بعد إجراء بحوث فى محطة البحوث أو المعامل على طريقة الإنتاج الجديدة .

جـ - يمكن استخدام وسائل للاستفادة من هذه المواد بدلا من فقدها فى الجو بإحدى الطرق الآتية :

١ - هدم الملوث تماما .

٢ - حجب الملوث .

٣ - التفاعل مع الملوث .

٤ - جمع الملوث .

وعادة ما تتم عملية هدم الملوث بإحدى وسيلتين ، هما :

الأولى : استخدام الحرق بالغاز إذا كان الملوث قابلاً للاحتراق .

الثانية : باستعمال مادة مساعدة لإحراق الملوث .

ولكن هذه الطرق تستخدم فقط فى حالة الملوثات العضوية .

وعادة ما تتم عملية حجب الملوث . وتعتبر عملية حجب الملوثات صعبة، خاصة فى الملوثات ذات الرائحة ؛ حيث يفضل إجراء تفاعل معها لنتمكن من حجمها . وهذه الطريقة - أيضا - صعبة فى حالة الملوثات ذات الرائحة.

أما الطريقة الأخيرة .. فهى جمع الملوثات . وتعتبر أفضل الطرق ، وهذه تعتبر سهلة فى حالة الملوثات الصلبة ، ولكنها صعبة فى حالة الملوثات الغازية أو السائلة .

ثانياً : التخلص من الملوثات بتخفيفها

تعتبر هذه الطريقة أسهل الطرق بالنسبة للمصانع ؛ حيث تقوم المصانع ببث ملوثاتها فى الهواء ، ويتم ذلك عن طريق :

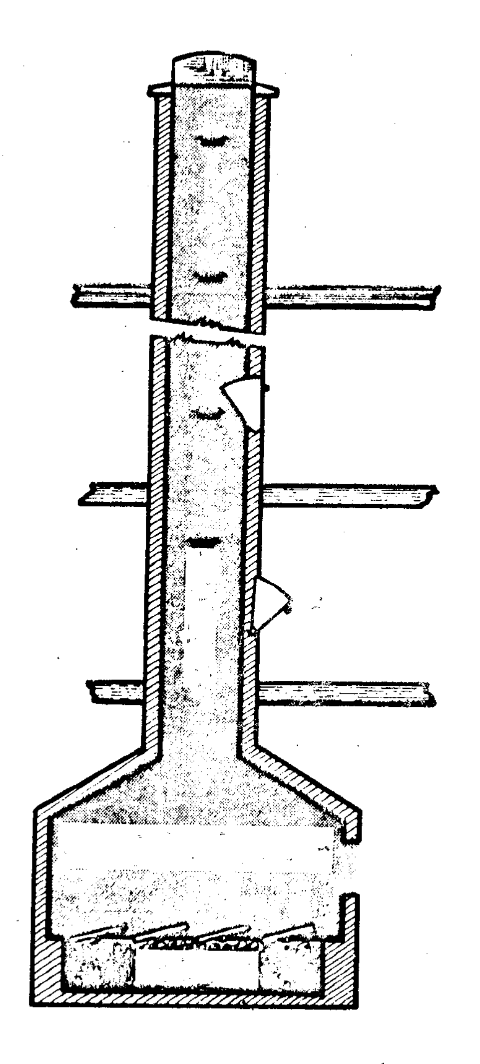
١ - استعمال مداخن طويلة ؛ حيث تقوم تيارات الهواء - عادة - بتوزيع هذه الملوثات على أماكن كثيرة ، وتؤدى إلى تخفيف التركيز فى الهواء إلى درجة كبيرة .

٢ - أن تجعل الشركة حول المصنع مكاناً خاليا ، ترسب فيه الملوثات بعيدا عن المناطق السكنية .

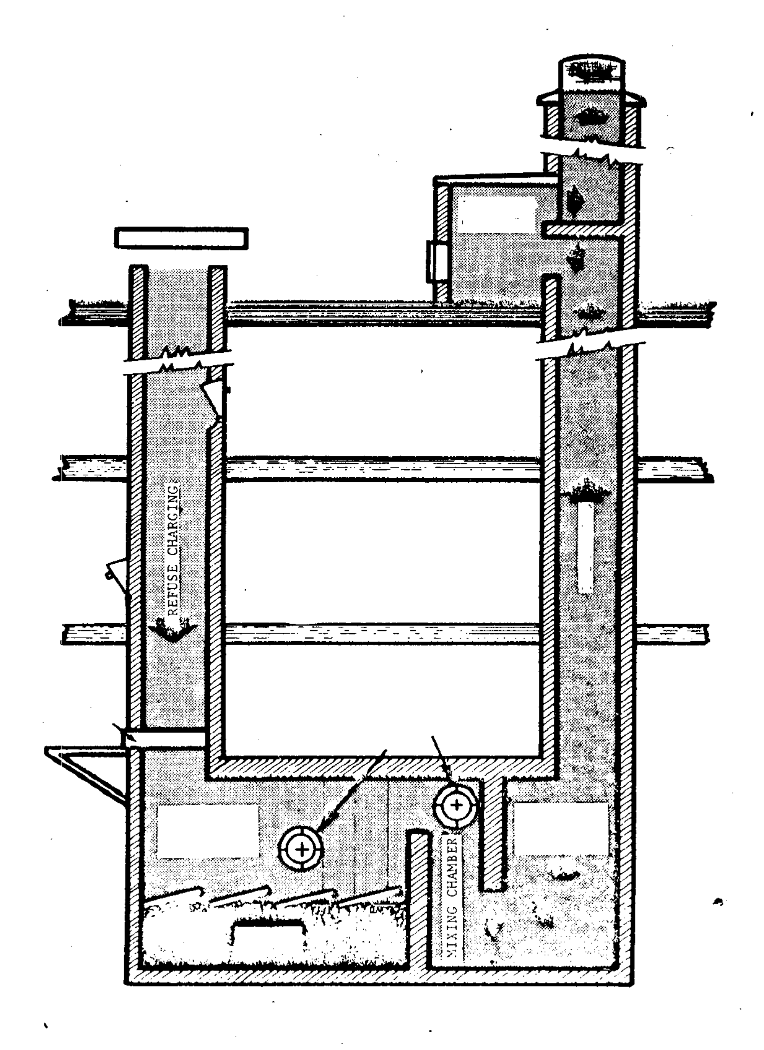
٣ - استخدام الأحوال الجوية بدقة ؛ حيث يُوقَفُ مصدر الملوثات عن العمال فى حالة سكون الرياح ، ويبدأ فى العمل عندما تبدأ حركة الرياح .

من أهم وسائل تعديل وسيلة التشغيل نسوق المثال التإلى :

عادة مايستخدم الفحم - فى أوربا - فى حجرة الحرق كما فى شكل (٣٢) ؛ حيث تخرج الغازات إلى الطبقة العليا من سقف المنزل ، من خلال مواسير تمتد داخل الأدوار المختلفة ، وينشأ عن ذلك خروج كمية كبيرة من الملوثات ؛ حيث إن هذه الطريقة لاتمكن تماما من عملية حرق الوقود حرقا كافيا ؛ لذلك يمكن تعديل وسيلة الحرق كما فى شكل (٣٣) ؛ حيث تقسم غرفة الاحتراق إلى غرفتين ، غرفة للاحتراق ، وغرفة لتبريد الهواء الخارج . ويدخل الهواء من خلال ماسورة فوق حجرة الاحتراق ، بينما يخرج الهواء من الماسورة الموجودة بجوار غرفة التبريد ؛ حيث يصعد إلى السطح خلال ماسورة ، وقبل خروجه إلى الجو مباشرة .. يتم تحويله إلى حجرة أخرى ،



شكل (٣٢) : المدفنة ذات الحجرة الواحدة .



شكل (٣٣) : المدفنة ذات الحجرتين .

تسبب استقرار وترسيب الحبيبات المحملة بهذا الهواء .

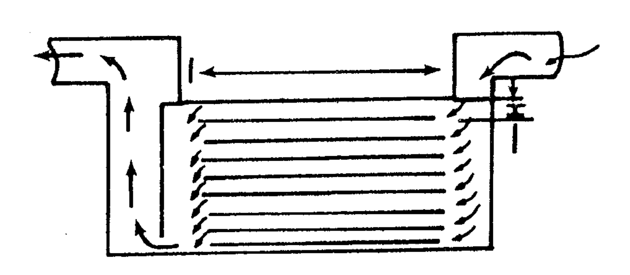
هذا ويمكن استخدام عدة شرائح من المعدن خلال غرفة يدخل الهواء من أحد أطرافها ، بيحث يمر على كل الألواح ، ثم يخرج من الطرف الآخر من الحجرة ؛ حيث يسبب ترسيب كمية كبيرة مما يعلق فى الهواء شكل (٣٤) .

هذا ويمكن استخدام السيكلون الحلزونى ، حيث يؤدى دوران الهواء فى هذا الجرىء الحلزونى إلى ترسيب الحبيبات ؛ حيث يتم سحبها بسهولة عن طريق حلزون ، ليطردها إلى الخارج شكل (٣٠) .

هذا .. وتستعمل عدة أنواع من الحجرات المزودة بحواجز ، تقلل من سرعة الهواء ، وتسبب تصادمها فى العوائق الموجودة بالحجرات ؛ فيؤدى ذلك إلى ترسيب الملوثات فى قمع ؛ حيث يتم سحبها من أسفل

هذا .. وتستعمل مصانع الأسمنت مايسمى بـ "المرشحات الكتروستاتيكية"؛ حيث يتكون المرشح من الداخل - كما فى شكل (٢٩) - من عدد من الألواح فى وضع رأسى ، وتُحمل هذه الألواح بشحنات كهربائية ، ثم تقوم مطارق بطرق هذه الألواح ؛ لإتاحة الفرصة للحبيبات الملتصقة على هذه الألواح للتجمع فى قمع أسفل المرشح ؛ حيث يتم سحب المواد المترسبة ميكانيكيا .

هذا وتوجد آلاف من وسائل حماية الهواء من التلوث ، تختلف فى شكلها ووظيفتها وطريقة تشغيلها .



شكل (٣٤) : الترسيب خلال المرور من عدة ألواح داخل حجرة خاصة لترسيب ملوثات الهواء الصلبة .

الفصل العاشر

تشريعات حماية الهواء من التلوث

عندما نتكلم عن التشريعات فى مجال حماية الهواء من التلوث .. يجب أن يوضع فى الحسبان أن مشكلة تلوث الهواء ليست مشكلة مكان أو مدينة أو محافظة أو دولة ، بل هى مشكلة عالمية تخص جميع الدول فى آن واحد؛ فالمعروف أن الملوثات التى تنتج من دولة تُلوث - بطريق مباشر - دولة أخرى أو عدة دول ، وأقرب الأمثلة على ذلك حادثة تشرنوبل التى حدثت فى روسيا ، وتأثرت بها معظم الدول الأوربية .

ولقد اهتمت الأمم المتحدة وهيئة الصحة العالمية بمناقشة مشكلات تلوث الهواء والتشريعات التى تتناولها ؛ لذلك عقدت عدة مؤتمرات ، تناولت فيها هيئة الصحة العالمية التشريعات الخاصة بتلوث الهواء - فى الدول المختلفة - بالعرض والتحليل .

وتختلف التشريعات من دولة إلى أخرى ؛ ففى بعض الدول تتضمن قوانينها مبادىء عامة تاركة التفاصيل للتشريعات المنفذه للقانون ، كما أن هناك دولاً أخرى تتضمن تقاريرها معدلات دقيقة كحدود قصوى .

وعموما .. فالمفروض أن تضم قوانين تلوث الهواء النقاط التالية :

(١) تعريف أنواع ملوثات الهواء .

(٢) تقسيم المؤسسات والمنشآت حسب نشاطها والمخلفات التى تنتجها.

(٣) تحديد السلطات القائمة بالمراقبة والقياس والتفتيش .

(٤) وضع مواصفات خاصة للتشغيل ؛ لتقليل الملوثات الناتجة ، وتحديد أجهزة الحماية المطلوبة .

(٥) تأكيد حصول المؤسسة على ترخيص ، واتباع ما جاء بالترخيص.

(٦) تكليف جهات وهيئات تتولى عملية قياس الملوثات ، وتوفير وسائل الوقاية منها .

(٧) تحديد تركيزات قصوى مسموح بها .

هذا ويلاحظ أن الحدود المسموح بها - عادة - تختلف من دولة إلى أخرى .

أما بالنسبة للتشريعات المصرية الصادرة فى مجال تلوث الهواء ... فإن معظم ما أقره المشرع من التشريعات المختلفة - فيما يخص تلوث الهواء- لم يصدر عن قصد هادف ومتكامل لخدمة حماية الهواء من التلوث ، ولكن معظمها يعالج جوانب تهم المرفق التى وضعت من أجله هذه التشريعات ؛ وبالتالى .. فهى لا تعالج مشكلة تلوث البيئة معالجة كاملة.

ونورد فيما يلى أهم هذه القوانين والقرارات .

١ - ورد فى المادة ٣٧٧ عقوبات فى فقرتها الثانية ما ينص على . "ضرورة عدم تنظيف أو إصلاح المداخن أو الأفران أو المعامل التى تستخدم

فيها النار" .

إن الهدف من هذا التحريم هو منع التلوث ، فضلاً على منع اندلاع النار، وإحداث الحرائق من هذه المداخن .

٢ - نصت المادة رقم ٢٤ بخصوص المحلات التى يوجد بها أفران أو بيوت نار على أنه إذا وجد بالمحل فرن أو بيت نار أو مدخنة وجب استيفاء الشروط الآتية :

١ - تكون محلات النار ثابتة ، وبكيفية يمكن معها تحويل الأدخنة كلية إلى مدخنة ، ترتفع مترين أعلى سطح أى بناء ، يقع فى نطاق دائرة نصف قطرها ٢٥ متراً ، ويركب فى نهايتها كرارة وخزان هباب ، ويراعى فى مكان الخزان أن يكون فى متناول اليد ؛ لتسهيل تنظيفه . وفى المداخن الكبيرة والمرتفعة يجوز أن تكون بدون كرارة وخزان هباب ، على أن تكون ذات تصميم يمنع تلوث الهواء إلى الحد غير المسموح به . وتثبت المداخن الصاج بالحوائط تثبيتا متينا ، أو يصنع لها حامل من خوص وزوايا حديدية أو شدادات من الصلب .

٢ - تكون المداخن من الخرسانة أو المبانى أو الفخار المبنى حوله بسمك كاف أو من الصاج ، ولا يجوز استعمال الصاج للمداخن التى تمتد داخل المناور التى تطل عليها فتحات الأدوار العليا ، عدا ما كان منها خاصاً بدورات المياه والمطابخ . ويراعى أن تكون المداخن خالية من الانحناءات الحادة أو الامتدادات الأفقية الطويلة .

٣ - نصت المادة رقم (١) من قرار وزير الإسكان والشئون البلدية والقروية رقم ٢٣٦ لعام ١٩٥٨ على : "أن تزود أماكن الغربلة بفتحات

تهوية لا تقل مساحتها عن سدس مساحة الأرضية . وللإدارة العامة للوائح والرخص أن تشترط استعمال أجهزة ميكانيكية لتزويد المحل بهواء نقى ، ومص الهواء الفاسد والأتربة والغبار الناتج عن العمليات ، ونقله بواسطة أنابيب مغلقة إلى غرفة ترسيب محكمة الغلق ، تقام خارج تلك الأماكن بحيث يسهل إزالة المتخلفات منها بطريقة صحيحة ، كما نصت المادة ٢ من قرار وزير الشئون البلدية والقروية رقم ١٩٥٩/٩٤٤ على أنه يجب فى مصانع تشغيل الكاوتشوك مراعاة ألا يزيد تركيز الغبار أو الغازات أو الأبخرة أو المواد الضارة الأخرى - فى جو المصنع أو المحل - على المستويات التى تحددها الادارة العامة للوائح والرخص" .

٤ - تنص المادة رقم (١) من قرار وزير الإسكان والتشييد رقم ٦١ لسنة ١٩٧٢على أنه : "إذا كانت تنبعث من مواد الصناعة غازات أو أبخرة أو غبار أو أية مواد غير نقية أو ضارة بصحة العمال .. وجب اتخاذ الإجراءات لمنع انتشارها ، سواء بالطرق الطبيعية ، أم بتركيب أجهزة لسحبها من أماكن انبعاثها" .

٥ - تنص المادة رقم (١) من قرار وزير الإسكان والتشييد رقم ٦٢ لسنة ١٩٧٢ على أنه : "يجرى تعطيل الماكينات التى يصدر عن تشغيلها أتربة أو غازات أو أبخرة ، مع تزويدها بالأجهزة الشافطة ؛ للتخلص من الملوثات الضارة بالصحة ، إذا كان تعطيل الماكينات غير كاف ، مع مراعاة ألا تزيد درجة تركيزها بالجو الداخلى للمصنع عن المستوى المسموح به ، وفقاً للقرارات المحلية والتوصيات الدولية فى هذا الشأن ، مع ضرورة الكشف ؛ للتحقق من عدم تسرب الملوثات بجو العمل بنسبة أعلى من المسموح بها ؛ كلما اقتضى الأمر ذلك .

تنص المادة رقم (١) من قرار وزير الإسكان والتشييد رقم ٩٤ لعام ١٩٧٢ على أنه : " يجب - فى مجال لحام المعادن بالكهرباء - مراعاة توافر التهوية فى أماكن اللحام ؛ فإذا كانت الغازات أو الأدخنة المتصاعدة نتيجة اللحام ذات تركيز سام .. فيجب تركيب أجهزة تهوية موضوعية قريبة من منطقة اللحام" .

٦ - صدر القرار الجمهورى رقم ٨٦٤ لسنة ١٩٦٩ بإنشاء لجنة عليا لحماية الهواء من التلوث برئاسة وزير الصحة .

٧ - صدر القرار الوزارى رقم ٣٣٨ لسنة ١٩٧٥ بشأن تشكيل لجنة تنفيذيه للجنة العليا ، لحماية الهواء من التلوث .

٨ - صدر القرار الوزارى رقم ٤٧٠ لسنة ١٩٧٢؛ بشأن معاينة تلوث الهواء الجوى للمؤسسات والوحدات الصناعية التابعة لها . وتنص المادة الأولى على أنه : "يراعى ألا تزيد نسبة التلوث داخل أجواء العمل وفى الجو العام الخارجى على هذه النسب المقررة فى الجدولين رقمى (٨ ، ٩) التاليين :

كما تنص المادة الثانية على أنه : "على جميع الجهات والمؤسسات الحكومية والأهلية اتخاذ الاحتياطات والاشتراطات اللازمة ؛ لضمان عدم ارتفاع نسب التلوث ، الناتجة من تشغيل الوحدات الصناعية التابعة لها عن الحد المقرر بجدول رقم (١٠) .

ويجب ألا تزيد كميات الجسيمات العالقة على المناطق السكنية على ٢٠ طناً / الميل المربع / الشهر .

جدول (٨): الحد الأقصى المسموح به فى جو العمل والجو العام الخارجى .
الغازات والأبخرة .

المادة	الجو الداخلى للمصنع تعرض لمدة ٨ ساعات		الجو الخارجى المتوسط خلال ٢٤ ساعة	
	جزء فى المليون	مللى جم/متر٣	جزء فى المليون	مللى جم/متر٣
الأستالد هايد	٢٠٠	٣٥٠	٧٠ر	١٢
	٥٠٠	--		--
الأستون	١٠٠٠	٢٥٠٠	٣٣	٨٠
الأكرولين	٥ر٠	١٨ر١	٠٧ر٠	١٥ر٠
الأمونيا	١٠٠	٧٠	٢٥ر٣	٥ر٢
	٥	٩ر١	١٦٥ر	٠٦٥ر
	٠٥ر	١٩٥ر	--	--
	١٥	٨٠	١	٣
البروم	١	٦	--	--
أول أكسيد الكربون	٥٠	٠٦٠	٥ر٢	٩ر٢
الكلور	١	٩ر٢	٠٣ر	٠٩ر
الكورفورم	٥٠	٢٥٠	١٠٧	٨
	٧٥	٣٥٠	٣	١٤
الكريزول	٥	٢٢	٢ر٠	٩ر
	٤٠٠	١٤٠٠	١٣	٤٦
	١٠٠	٤٠٠	٣	١٥

جدول (٨): يتبع

المادة	الجو الداخلي للمصنع تعرض لمدة ٨ ساعات		الجو الخارجي المتوسط خلال ٢٤ ساعة	
	جزء في المليون	مللي جم/متر٣	جزء في المليون	مللي جم/متر٣
السيكاهكسانون	٥٠	٢٠٠	١ر٥	٦
الكحول الأيثيلي	١٠٠٠	١٦٠٠	٤٠	٧٥
الاثير الايثلي	٤٠٠	١٢٠٠	١٥	٥٠
الفورمالدهيليد	٥	٦	٢ر	٢٥ر
الكور	١٥	١	٠٢ر	٠١ر
الحازولين				
" بنزين العربات "	٥٠٠	--	٢٠	--
الهبتين	٥٠٠	٢٠٠٠	٢٠	--
الهكسين	٥٠٠	١٨٠٠	٢٠	٧٠
اليود	١ر٠	١	٠٠٣ر	٠٤ر
النيترو بنزين	١	٥	٠٣ر	١٥ر
النيتروجلسرين	٥ر	٥	٠١٥ر	١٥ر
الأكتين	٥٠٠	--	٢٠	--
الأوزون	١ر	٢ر	٠٠٣ر	٠١ر
البنتين	١٠٠٠	٣٠٠٠	٣٣	١٠٠
الفينول	٥	٢٠	٠١ر	٠٤ر

جدول (٨): يتبع

المادة	الجو الداخلى للمصنع تعرض لمدة ٨ ساعات		الجو الخارجى المتوسط خلال ٢٤ ساعة	
	جزء فى المليون	مللى جم/متر٣	جزء فى المليون	مللى جم/متر٣
الفوسجين	١	٤	٠٣ر	١٥ر
الفوسفين	٣ر	٥ر	٠١ر	٠٢ر
أستابين	١ر	٥٥ر	--	---
أسترين	١٠٠	٩٠ر	--	---
أول كلوريد الكبريت	١	٥ر٥	--	---
التولوين	٢٠٠	٨٠٠	٦	٢٥
أوراء – تولويدين	٥	٢٢	١٧ر	٧٥ر
الترينتين	١٠٠	--	٤	---
الزيلين	٢٠٠	٩٠٠	٦	٢ر٦
كلوريد الأيدروچين	٥	٧	٠٨ر	٠٧ر
الكحول المثيلى	٢٠٠	٢٥٠	٢	٢ر٥
ثانى أكسيد الكربون	٥٠٠٠	٩٠٠٠	٥٠٠	٩٠٠
ثانى كبريتيد الكربون	٢٠	٦٠	٠٢ر	٠٦ر
ثانى كلوريد الأثين	٥٠	٢٠٠	٥ر	٢٥
كبريتيد الأيدروچين	٣٠	٢٨	٠٧ر	٠٠٣ر
ثانى أكسيد النتروچين	٥	١٠	١ر٠	٢ر٠

جدول (٨): يتبع

المادة	الجو الداخلى للمصنع تعرض لمدة ٨ ساعات		الجو الخارجى المتوسط خلال ٢٤ ساعة	
	جزء فى المليون	مللى جم/متر٣	جزء فى المليون	مللى جم/متر٣
نفثا الفحم	٢٠٠	--	٧	--
ثانى أكسيد الكبريت	٥	١٣	ر٠٧٥	٢ر٠
نفثا البترول	٥٠٠	--	١٥	--
ثلاثى كلوريد الفسفور	٣ر٥	٣ر٥	ر٠٣	١ر٠
حامض الخليك	١٠	٢٥	٣٥	٨٥ر٠
فلوريد الأيدروچين	٣	٢ر٥	٠ر٥	ر٠٩
خلات النيتريك	١٠	٢٥	ر٢	ر٥
خلات الأثييل	٤٠٠	١٥٠٠	١٥	٦٠
سيانيد الأيدروچين	١٠	١١	ر٣٥	ر٤
سيانيد الأيدروچين	ر٠٥	ر٣	ر٠٠٢	ر٠٠٥
رابع كلوريد الكربون	٢٥	١٩٠	١	٦

جدول (٩): الأتربة والجسيمات السائلة السامة العالقة بالهواء .

المادة	تعرض لمدة ٨ ساعات مللى جرام/ متر٣ فى الهواء	متوسط خلال ٢٤ ساعة مللى جرام/ متر٣ فى الهواء
السناج " الدخان "	--	١٥ر
انتيمون	٥ر	٠٠٥ر
السيانيد	٥ر	١٧ر
أرثو نيترو كيزول	٢ر	٠٠٦ر
الفلوريدات	٢ر٥	٠٨ر
أكسيد الحديد	١٥	٥ر
الرصاص	٢ر	١٤ر
أكسيد الماغنسيوم	١٥	٥ر
المنجنيز	٦	٢ر
الزئبق	١ر	٠٠٣ر
الفسفور	١ر	٠٠٥ر
السيانيوم	١ر	٠٠٥ر
التليوبوم	١ر	٠٠٥ر
أكسيد الزنك	١٥	٥ر
بازيوم	٥ر	٠٠٥ر
ت . ى . ى .	١ر٥	--
ثنائى نيتروتولون	١ر٥	٠٥ر.

جدول (٩): يتبع

المادة	تعرض لمدة ٨ ساعات مللى جرام/ متر٣ فى الهواء	متوسط خلال ٢٤ ساعة مللى جرام/ متر٣ فى الهواء
ثلاثى كلور ونفتالين	٥	١٧ر
ثلاثى نيتروتولوين	١ر٥	٠٥ر
حامض الكرميك والكرومات فى صورة كرام	١ر	٠٠٥ر
حامض الكبريتيك	١	١ر
حامض كلوريد الفسفور	١	٠٣ر
حامض سلفيد الفسفور	١	٠٣ر
حامض كلورو الفينول	٥ر	٠٢ر
د . د . ت .	١	٠٢ر
رابع أيثيل الرصاص مقاس الرصاص	٠٧٥ر	--
زرنيخ	٥ر	٠٠٥ر
كادميوم	١ر	٠٠٥ر
كلور ثنائى الفينيل	١	٠٣ر
خامس كلور ونفتالين	٥ر	٠٢ر

جدول (١٠): الجسيمات العالقة التى لايزيد قطرها على ١٠ ميكرونات.

المادة	تعرض لمدة ٨ مليون جسيم لكل متر٣	متوسط خلال ٢٣ ساعة
الأسبستوس	١٨٠	--
التراب غير المحتوى على السليكا الحر	١٨٠٠	٦٠
المبكا "تحتوى على أقل من ٥٪ سليكا حرة"	٧٠٠	--
الأسمنت البورتلاندى	١٨٠٠	٦٠
جوهرة التلك	٧٠٠	--
السيلكا :		
أ - تحتوى على أكثر من ٥٠٪ سليكا حرة	١٨٠	٦
ب - تحتوى على ٥٪ سليكا حرة	٧٠٠	٣٥
جـ - تحتوى على أقل من ٥٪ سليكا حرة	١٨٠٠	٦٠
أتربة المنظمات	٧٠٠	--

ويجب ألا تزيد هذه الكميات فى المناطق الصناعية على ٤٠ طناً / الميل المربع / الشهر .

٩ - صدر القانون رقم ٣٧٢ لسنة ١٩٥٦ الذى يمنع التدخين داخل الأماكن العامة المغلقة .

١٠- القانون رقم ٥١ لسنة ١٩٨١ بشأن الوقاية من أضرار التدخين.

١١- نصت المادة رقم ٣ من القانون رقم ٥٢ لسنة ١٩٨١ أن يبين على كل علبة سجائر أو تبغ منتجة - محلية أو مستوردة - نسبة مادتى النيكوتين والقطران والمواد الأخرى التى يصدر بها قرار من وزير الصحة . كما يجب أن يثبت على كل علبة تحذير نصه : " التدخين ضار بالصحة".

١٢- نصت المادة السادسة من القانون رقم ٥٢ لسنة ١٩٨١ على أنه: "يحظر التدخين فى وسائل النقل العام والأماكن العامة والمغلقة ، التى يصدر بتحديدها قرار من وزير الصحة ".

١٣- نصت المادة رقم ٣ من قرار وزير الصحة رقم ٤٧٠ لسنة ١٩٧١ فى شأن معايير تلوث الهواء الجوى على ما يأتى : " تغلق بالطريق الإدارى كل مؤسسة أو وحدة تزاول نشاطاً صناعياً ، ينجم عنه تلوث الجو الداخلى للعمل ، أو الجو العام الخارجى ، تزيد على الحد المسموح به بهذا القرار" .

١٤- تنص المادة رقم ١ من القرار الوزارى من وزارة الصناعة رقم ٣٨٠ لسنة ١٩٨٢ على " مراعاة وضع المواصفات الفنية الخاصة بمعدات وأجهزة منع التلوث ، ضمن المواصفات الفنية التى تقوم بطرحها الهيئة

العامة للتصنيع ، وشركات قطاع الصناعة والثروة المعدنية عند شراء معدات المصانع المختلفة" .

وتنص المادة رقم (٢) على مراعاة الهيئة العامة للتصنيع - فى الموافقات التى تصدرها للقطاع الخاص ، عند إقامة منشآت صناعية ، وكذلك المشروعات المشتركة التى يطلب من وزارة الصناعة والثروة المعدنية دراستها ، وإبداء الرأى فيها - أن تكون قوائم المعدات مشتملة على معدات وأجهزة منع التلوث .

وأوجبت المادة رقم (٣) على شركات قطاع الصناعة والثروة المعدنية تشغيل وصيانة أجهزة منع التلوث الملحقة بمصانعها بصفة مستمرة ؛ لمنع التلوث وحماية البيئة . وواضح من القرار السابق أن المشرع حرص على إبراز ثلاثة جوانب أساسية هامة ؛ بهدف مكافحة التلوث الصناعى الذى قد ينجم من عدم وضع مواصفات خاصة بمعدات وأجهزة منع التلوث ، وضرورة أن تشتمل على قوائم المعدات عند إقامة منشأة صناعية على معدات وأجهزة منع التلوث ، والحث على تشغيل وصيانة أجهزة منع التلوث الملحقة بالمصانع بصفة مستمرة ؛ لمنع التلوث وحماية البيئة .

١٥ - نصت المادة رقم (٢) من قرار وزير الشئون الاجتماعية رقم ١٥٧ لعام ١٩٥٩ على أنه يجب إجراء الكشف الطبى بالأشعة مرة كل سنة على الأقل على صدور العمال المعرّضين لغبار السليكا . كما يجب توقيع الكشف الطبى بصفة دورية مرة كل سنة - على الأقل على العمال المشتغلين بباطن الأرض ، أو فى عمليات التخريم .

١٨ - نصت المادة الأولى من القرار رقم ١٢ ، ٦٦ لوزير الشئون الاجتماعية لسنة ١٩٥٩ بشأن عمل فحص طبى دورى للعمال المعرضين

لأمراض بسبب مهنتهم ؛ حيث نظمت المدة الواجبة لإجراء الفحص الطبى على العمال المعرضين للأمراض المتسببة عن طبيعة عملهم ، الناتجة من تلوث الهواء ، وحددت هذه المدة بشهر واحد ، ومصادر هذه الأمراض هى:

١ - التسمم بالرصاص ومضاعفاته نتيجة التبخر فى الهواء الرصاصى.

٢ - التسمم بثانى كبريتور الكربون ومضاعفاته .

٣ - الأمراض والأعراض الباثولوجية التى تنشأ عن الراديوم والمواد المماثلة ذات النشاط الإشعاعى وأشعة إكس .

٤ - التأثر بالكروم وما ينشأ عنه من قرح ومضاعفات فى عمليات الدباغة .

٥ - التسمم بالبترول أو مركباته أو مشتقاته ، ومضاعفات ذلك التسمم.

ومرة كل سنة بالنسبة إلى العمال المعرضين للأمراض المهنية الآتية :

١ - التسمم بالرصاص ومضاعفاته فى غير العمليات أو الأعمال التى تعرض العمال لأبخرة الرصاص .

٢ - التأثر بالكروم وما ينشأ عنه من قرح ومضاعفات فى غير صناعة الدباغة .

٣ - التسمم بالزئبق ومضاعفاته .

٤ - التسمم بالأنتيمون .

٥ - التسمم بالزرنيخ ومضاعفاته .

٦ - التسمم بالفسفور ومضاعفاته .

٧ - التسمم بالمنجنيز ومضاعفاته .

٨ - التسمم بالكبريت ومضاعفاته .

٩ - سرطان الجلد الأولى والالتهاب الجلدى والعيون المزمنة .

١٠ - تأثر العين بالحرارة والضوء .

١١ - التأثر بالنيكل وما ينشأ عنه من قرح ومضاعفات .

١٢ - التسمم بالبترول أو غازاته أو مشتقاته ومضاعفاته .

١٣ - التسمم بالكلور فورم ورابع كلورور الكربون .

١٤ - التسمم برابع كلورور الايثيل وثالث كلورور الإثيلين والمشتقات الهالوجينية الأخرى للمركبات الأيدروكربونية الأليفاتية .

وعند الفحص الطبى .. يجب مراعاة مايأتى :

١ - حالة الدم والجهاز العصبى والجهاز الهضمى والبولى بالنسبة إلى العمال المعرضين للتسمم بالرصاص .

٢ - حالة الجهاز الهضمى والجهاز العصبى والبول بالنسبة إلى العمال المعرضين للتسمم بالزئبق .

٣ - حالة الجهاز الهضمى والجهاز العصبى والحلق والأغشية المخاطية بالنسبة إلى العمال المعرضين للتسمم بالزرنيخ .

٤ - حالة الجهاز الدورى والمجارى التنفسية العليا بالنسبة إلى العمال المعرضين للتسمم بالأنتيمون .

٥ - حالة الفك الأسفل والأسنان والعظام بالنسبة إلى العمال المعرضين للتسمم بالكلور .

٦ - حالة الدم والجهاز العصبى والجلد بالنسبة للعمال المعرضين للتسمم بالبترول .

٧ – حالة الجهاز العصبى والصدر والجلد بالنسبة للعمال المعرضين للتسمم بالمنجنيز .

٨ – حالة الجهاز التنفسى والقلب والأغشية المخاطية بالنسبة للعمال المعرضين للتسمم بالكبريت .

٩ – حالة الجلد للعمال المعرضين للتأثر بالكروم والنيكل .

١٠ – حالة الجهاز التنفسى والعيون للعمال المعرضين للتسمم بالكلور والفلور والبروم .

١١ – حالة الجهاز التنفسى والجلد والعيون للعمال المعرضين للتسمم بالبترول .

١٢ – حالة الكبد والكلى والقلب والجهاز العصبى للعمال المعرضين للتسمم بالكلوروفورم ورابع كلورور الكربون ورابع كلورور الأثيل وثالث كلورور الأثيلين والمشتقات الهالوجينية الأخرى للمركبات الأيدروكربونية من المجموعة الأليفاتية .

١٣ – حالة الدم والجلد والعيون ومدى امتصاص الإشعاع بالنسبة للعمال المعرضين للأمراض والأعراض الباثولوجية التى تنشأ عن الراديوم أو المواد ذات النشاط الاشعاعى .

١٤ – حالة الجلد والعيون بالنسبة للعمال المعرضين للإصابة بسرطان الجلد والتهابات الجلد والعيون المزمنة .

١٥ – حالة العيون بالنسبة للعمال المعرضين لتأثر العين بالحرارة والضوء.

١٦ – حالة الجهاز التنفسى "الصدر" (بما فى ذلك الفحص بالأشعة بالنسبة للعمال المعرضين لأمراض الغبار الرئوية ومراض الدرن .

رقم الإيداع : ٨٣٤٤ / ١٩٩١

رقـم الإيـداع : ٨٣٤٤ / ١٩٩١